

JARBAS DE MESQUITA NETO

O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO FISIOLÓGICO:  
Os Séculos XVII e XVIII e as Origens da Fisiologia Experimental

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Em História das Ciências e das Técnicas e sua Epistemologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Ciências em História das Ciências e das Técnicas e sua Epistemologia.

Orientador: Professor Doutor Flávio S. Faria

Rio de Janeiro  
2015

M578d Mesquita Neto, Jarbas de.  
O Desenvolvimento do Pensamento Fisiológico: Os  
Séculos XVII e XVIII e as Origens da Fisiologia  
Experimental / Jarbas de Mesquita Neto. – Rio de  
Janeiro, 2015.  
284 f.

Orientador: Flávio da Silva Faria.  
Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro,  
Decania do Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza,  
Programa de Pós Graduação em História das Ciências e das  
Técnicas e Epistemologia, 2015.

1. Fisiologia. 2. Ciência. 3. Experimentação.  
I. Faria, Flávio da Silva, orient. II. Título.

JARBAS DE MESQUITA NETO

O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO FISIOLÓGICO

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia.

Aprovada em 24 de fevereiro de 2015



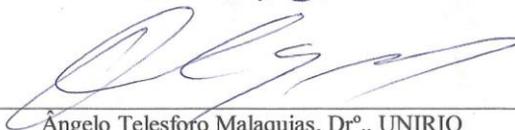
Flávio Silva Faria, Dr<sup>o.</sup>, HCTE/UFRJ



Regina M. M. C. Dantas, Dr<sup>a.</sup>, HCTE/UFRJ



Ricardo Silva Kubrusly, Dr<sup>o.</sup>, HCTE/UFRJ



Angelo Telesforo Malaquias, Dr<sup>o.</sup>, UNIRIO



Antônio Brisolla Diuana, Dr<sup>o.</sup>, UNIRIO

## AGRADECIMENTOS:

Ao Professor Flávio Faria, por sua orientação e pelas ideias que originaram este projeto.

À Regina Dantas, por sua compreensão, incentivo e prestabilidade constante.

Aos funcionários da Universidade Federal do Rio de Janeiro, principalmente aqueles do HCTE – Gabriela e Mariah -, assim como à Helô, colega e bibliotecária chefe da Biblioteca do Instituto de Química, à Cristina, da Biblioteca de Obras Raras do Centro de Tecnologia, e aos funcionários da Biblioteca do Centro de Ciências da Saúde, pela cooperação e permissão de acesso às obras raras utilizadas nesta tese.

Aos colegas do curso de pós-graduação em HCTE, por seu companheirismo e visão interdisciplinar.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em HCTE, pelo incentivo, pela aceitação e visão interdisciplinar (ou, melhor, transdisciplinar) e poética.

Ao Professor Sérgio Excel, por sua sabedoria, seu acolhimento e sua seriedade.

À minha eterna companheira, amiga, parceira, Cecília, por seu incentivo e compreensão em todos os momentos, por suas orientações e carinho. Por todos os momentos que estivemos juntos.

À Laura Annette, amiga e revisora incansável.

A coisa mais importante na ciência não é tanto obter novos fatos, mas descobrir novas maneiras de pensar a respeito deles (W.L. BRAGG *apud* S. French. **Ciências. Conceitos- Chave em Filosofia**, p. 10)

Não se tornem arquivistas de fatos. Tentem penetrar no segredo das suas ocorrências, pesquisem persistentemente as leis que os governam (I. Pavlov *apud* S. French. **Ciências. Conceitos- Chave em Filosofia**. p. 10).

Os fatos parecem claros (...). Tudo o que preciso saber é o que eles significam (Sir Arthur Conan Doyle. **O pingente de ouro**)

Está tudo bonito, Sr. Holmes (...). Mas existe uma falha em sua esplêndida teoria (Sir Arthur Conan Doyle. **O pingente de ouro**)

É mesmo. Você tem uma teoria muito boa. Sei que minhas ideias são estranhas. Mas você tem que admitir que ela permitiu que eu descobrisse a prataria (Sir Arthur Conan Doyle. **O mistério de Abber Grange**)

## RESUMO

MESQUITA NETO, Jarbas de. O Desenvolvimento do Pensamento Fisiológico: Os Séculos XVII e XVIII e as Origens da Fisiologia Experimental. Rio de Janeiro, 2015. Tese (Doutorado em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia) - Programa em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

O objetivo desta tese é demonstrar a transição da prática e dos conceitos de fisiologia e de experimentação biológica desde os gregos até a modernidade, centrando-se na Revolução Científica como marco de transição. Verificou-se a mudança de conceito de fisiologia e o aparecimento de uma visão experimental ligada ao mecanicismo e ao indutivismo durante a Revolução Científica, o que gerou uma nova concepção para o estudo dos seres vivos quanto aos seus aspectos funcionais. Avaliou-se principalmente a ação e a postura de três cientistas que desempenharam um papel fundamental nesta mudança de concepção: Harvey, Haller e Spallanzani. O estudo realizado foi teórico e visou conceituar ciência como teoria do conhecimento embasado na prática de cientistas eminentes na área do funcionamento dos organismos vivos neste período. Observou-se que é essencial conhecer a história de uma disciplina para defini-la como ciência, e que não há uma ciência, mas disciplinas científicas que podem ser consideradas como ciências. A prática da disciplina, assim como a racionalização a partir desta prática, são essenciais ao crescimento das disciplinas como ciência, e não apenas a prática ou a teoria.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fisiologia; Experimentação; Ciência; Metodologia; Função; Indutivismo; Dedutivismo; Matematismo.

## ABSTRACT

MESQUITA NETO, Jarbas de. O Desenvolvimento do Pensamento Fisiológico: Os Séculos XVII e XVIII e as Origens da Fisiologia Experimental. Rio de Janeiro, 2015. Tese (Doutorado em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia) - Programa em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

The aim of this thesis is to show the conceptual and practical transition of physiology and biological experimentation from the Greeks to modernity, centering in the Scientific Revolution as a transitional landmark. It was verified the merge of a new experimental manner of acting and thinking linked to a mechanical and to an inductivist thinking during this Revolution, what generated a thoroughly new conception in studying living beings, as related to their functioning, and a conceptual change of meaning for the word physiology. For such analysis during this Scientific Revolution it was evaluated the conception and the work of three outstanding scientists of such period: Harvey, Haller and Spallanzani. This research was an entirely theoretical envision of a conception of science as a knowledge theory and its philosophy whose conception is historical. For such purpose it was analyzed the practice of these outstanding scientists. We concluded that it is essentially know the history of a specific discipline to define it as science, and that there is not only one science, but scientific disciplines which can be considered as sciences. The practice of a discipline, and a rationalization based on such practice, are essential to development of such disciplines as sciences, not practice or theory alone.

**KEY-WORDS:** Physiology; Experimentation; Science; Methodology; Function; Indutivism; Dedutivism; Matematism; historical philosophy.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES (quadros, figuras, tabelas)

FIGURA 1: A. Galeno. B. Circulação em Galeno.

FIGURA 2: Os experimentos de bloqueio de vasos por bandagens realizados por Harvey.

FIGURA 3: O Sistema Circulatório, conforme o concebemos atualmente.

FIGURA 4: O Sistema Circulatório, conforme o concebemos atualmente.

FIGURA 5: As valvas (atualmente válvulas) do Sistema Circulatório e o seu funcionamento.

FIGURA 6: As origens da Fisiologia Experimental.

FIGURA 7: O Método Científico da Fisiologia: ao estudarmos a Natureza...

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
CAPÍTULO 1. A Fisiologia e a Ciência da Antiga Medicina Grega.	37
CAPÍTULO 2. As Concepções da Fisiologia e de Experimentação na Revolução Científica.	
2.1. A concepção de Harvey e seu impacto sobre a fisiologia e as ciências biológicas.	65
2.2. A concepção de Haller e o seu impacto sobre a fisiologia e as ciências biológicas.	115
2.3. A concepção de Spallanzani e o seu impacto sobre a fisiologia e as ciências biológicas.	154
DISCUSSÃO	171
CONCLUSÕES	214
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	269
ANEXOS	277

## INTRODUÇÃO

A Ciência é considerada uma área que procura pela verdade, pelo real. É ela que coroa o conhecimento e a capacidade humana de avaliar e conhecer o mundo. Tudo deve ser validado por ela para ter um respaldo. Foi a Ciência que nos livrou da ignorância. Portanto, saímos do primitivismo, das superstições e do misticismo devido à Ciência. Mas será que nos livramos totalmente da transcendência e das superstições? A Ciência é tão racional quanto pensamos? É a razão que determina se a teoria está próxima à realidade? A razão deveria determinar as decisões a serem tomadas? A verdade científica é absoluta? Não acreditamos em verdades absolutas, mas em um fluxo de ideias envolvendo razão e experiência. A superstição já envolve uma questão de crença, não de razão, nem de experiência.

Ainda há as questões metafísicas, no sentido de Realismo: O que é verdadeiro no mundo? As entidades e os fenômenos que postulamos são reais ou apenas artefatos para organizarmos os nossos experimentos ou a nossa mente?

Surge então uma questão: a Razão ou a Prática experimental é que deve nortear a Ciência? Se os gregos antigos fossem puramente racionalistas – e eles primavam por isso – não teriam criado tecnologias e nem ciência. Se exacerbarmos as técnicas e a experimentação como intervenção, então, criaremos uma Ciência capenga ou cega. Razão e Experimentação devem se interligar e interdepende. Não devemos excluir uma em detrimento da outra. E ambas seriam influenciadas culturalmente pela Sociedade em que existem, assim como a influenciam. Temos que considerar, então, uma visão global da Ciência, mas com critérios, como a avaliação do real. Podemos saber o que seja real e verdadeiramente racional? Uma informação pode ser transformada ou uma hipótese pode ser confirmada em um contexto e rechaçada em outro?

A Ciência, de algum modo, sempre esteve presente na história da Humanidade, independentemente do modo como a conceituemos – ou apesar do modo como a conceituemos. Nenhuma sociedade deixou de possuir ao menos rudimentos de ciência, em uma definição muito simples. Boa parte das sociedades - mesmo as mais primitivas - possuiria algum tipo de ciência. Por exemplo, a classificação dos animais e das plantas locais, principalmente aquelas espécies de interesse médico ou alimentar (ver, por exemplo, LLOYD, 1973). A ênfase dada à lógica e à matemática pelos antigos foi posterior. De alguma forma, esses conhecimentos, junto com a lógica e com a matemática, deram origem à nossa Ciência,

e o conhecimento antigo não poderia ser considerado exatamente como Ciência do ponto de vista moderno. Apoiando-se fortemente no empirismo, a Ciência atual trabalha com evidências. Uma visão mais moderna da Ciência não deve desconsiderar totalmente a visão dos gregos e dos babilônicos, mas deve favorecer o empirismo (no sentido de experiência) e a sistematicidade, sendo mais completa e complexa do que as anteriores. Uma visão histórica e baseada na prática da Ciência leva a uma conceituação melhor de ciência. Independentemente de qualquer definição de Ciência, em geral consideramos que a Ciência atual envolve o matemático para obtermos uma resposta isenta e confiável.

A experiência pode ser simplesmente a observação, preferencialmente bem direcionada e sistemática, de modo que o que seja procurado fique bem evidente. A evidência pode ser algo percebido diretamente ou, de algum modo, que fique claro para qualquer pessoa, e que qualquer um possa perceber. Não há lugar para “pré-conceitos”, mas apenas para o que seja demonstrável. À Ciência, caberia descortinar e demonstrar a evidência, a qual, por essa razão, é de extrema importância para o conhecimento e para a própria Ciência; para obtê-la, muitas vezes é necessário realizar experiências. A experiência (lat. *experientia*) pode ser definida como a ação de observar ou de experimentar com a finalidade de formar ou de controlar uma hipótese; assim, experiência (no sentido de *experiment*) é o fato de provocar, partindo de condições bem determinadas, uma observação tal que seu resultado seja apto a fazer conhecer a natureza do fenômeno estudado, sinonimizando o conceito de experimento. Para o racionalista, a experiência nada nos ensina, pois toda experiência está impregnada de teoria (JAPIASSU & MARCONDES, 1989). Isso leva a uma visão mais sistemática, embutida no conceito de experimentação (*experimental* + *-ção*), de 1873, que é definida como

interrogação metódica dos fenômenos, efetuada através de um conjunto de operações, não somente supondo a susceptibilidade dos fenômenos estudados, mas a medida dos diferentes parâmetros (JAPIASSU & MARCONDES, 1989).

A experimentação pode levar à metafísica especial, pois lida com o realismo. As metafísicas especial e hackiniana procuram saber como o mundo é. A representação e a experimentação seriam duas faces diferentes, mas igualmente importantes e relacionadas, do realismo científico. São os experimentadores que se preocupam mais com a sua relação com a verdade e com a realidade, embora frequentemente não cogitem profundamente sobre esse aspecto, pois seriam muito técnicos para isso (HACKING, 2008). É a experimentação que leva ao realismo.

Georges Canguilhem<sup>1</sup> acredita que novidades radicais possam sair de uma reflexão que já tem um longo passado e um importante número de trabalhos em seu ativo. E que o cientista possa colocar questões fundamentais sobre a razão de ser dos problemas, dos conceitos, dos métodos de sua ciência, questões filosóficas (epistemológicas) sobre a sua própria ciência. Há a necessidade de que o cientista conheça a história de cada ciência, uma nota *histórica* ao tratamento de todos os problemas (MACHEREY, 2008). A filosofia da Ciência remontaria às origens da Filosofia; ela seria muito mais do que uma parte da Filosofia, como outras: ela é a sua parte *essencial*, na mesma medida em que a Ciência – ou ciências – existente(s) serve(m) de guia e de *modelo* a toda essa reflexão filosófica. A teoria da história das ciências e uma epistemologia podem fazer remeter uma à outra em uma unidade profunda. Geralmente, há a narração histórica de uma ciência através da sucessão das descobertas ou das teorias para mostrar o progresso realizado ou como toda teoria responde aos problemas anteriormente insolúveis, por exemplo, por responder a questões anteriores mais por refutação das questões em suspenso e propondo-se a outras questões – ambas formas idealistas. É imperioso conhecer a distinção entre a realidade do trabalho científico real e a sua interpretação, não mais como uma constatação da verdade, mas a produção de conhecimentos. Assim como também devemos conhecer o devir da história desse conjunto orgânico e complexo e de seus resultados, os quais se integram a esse conjunto e o modificam.

A descrição rigorosa das descobertas constitui o sentido e a razão de ser da Ciência. Os fenômenos apenas adquirem sentido se refletidos na História. O desenvolvimento de uma palavra, sua denominação, pode ser paradoxal. E o principal interessado em desenvolver uma história da Ciência é o próprio cientista, que procura desenvolver a lógica de sua ciência. Assim sendo, é preciso isolar uma linha particular, tornando-a uma história analítica, que é um tratamento parcial para o problema. A investigação do passado seria um trabalho de decomposição em retrospectiva, livrando-a da margem de erro. Aqui uma reflexão profunda sobre o funcionamento do organismo requer uma análise das visões, das teorias e dos modos de trabalharmos em uma determinada área, como a Fisiologia (FAGOT *et al.*, 2008; CANGUILHEN, 2010).

---

<sup>1</sup> Filósofo e Médico francês (1904-) que se notabilizou por seus estudos de história das ciências e um dos fundadores da epistemologia histórica contemporânea (JAPIASSÚ & MARCONDES, 2005).

Ian Hacking<sup>2</sup> (2008) minimiza a veracidade das teorias, mas favorece algumas entidades teóricas. Para esse autor, a ciência experimental tem uma vida mais independente, não levando em conta o que é realmente aceito pelos filósofos da Ciência, pois é uma visão mais teórica. Ao mesmo tempo, ele possui princípios antiteóricos que o levam a enfatizar o experimento. A análise histórica permite questionarmos se a razão teria um papel tão importante em Ciência quanto imaginamos. A verdade científica pode ser um produto social sem nenhuma certeza de validade absoluta ou de sua relevância. Os filósofos da Ciência teriam transformado a Ciência em uma múmia, desconsiderando seu historicismo de adequação e descoberta; essa visão foi responsável pela crise de racionalidade por volta de 1960. Para eles, o conhecimento científico coroaria a razão humana, desafiando fortemente o conhecimento acumulativo (HACKING, 2008, pp. 1-2). Para Hacking, as disputas entre razão e realidade têm polarizado os epistemólogos por muito tempo. Ambas, Razão e Realidade, estão interligadas e são igualmente válidas. Historicamente, os cientistas naturais parecem ter uma forte tendência ao realismo, apesar de seu racionalismo. Provavelmente, isso se deve ao fato de as ciências naturais, ao menos aparentemente, respaldarem as suas conclusões. Assim, surge uma dicotomia entre razão, enfatizada por teóricos e filósofos, e experimentação, enfatizada por cientistas (HACKING, 2008).

Para Hacking, a incomensurabilidade, o nominalismo transcendental, os substitutos para a verdade e os estilos de pensamento surgiriam ao contemplarmos a conexão entre a teoria e o mundo. E isto levaria a um beco sem saída. Para ele, deveríamos considerar como real aquilo que podemos utilizar para intervir no mundo de forma que afete algo ou, então, como algo que o mundo possa fazer para nos afetar. A realidade como intervenção só teria começado a se misturar com a representação com o surgimento da Ciência Moderna. A partir do Séc. XVII, o experimento teria se tornado o “caminho real para o conhecimento” (HACKING, 2008, p. 149) ao substituir o escolasticismo pela observação do mundo ao redor; o principal filósofo desse período revolucionário teria sido Francis Bacon (1561-1626).

Segundo o físico canadense, a História da Ciência, atualmente, é quase sempre uma história da teoria. A Filosofia da Ciência tornou-se uma filosofia da teoria de tal forma que temos

---

<sup>2</sup> Filósofo da Ciência canadense, Licenciado em Matemática e Física pela Universidade da Colúmbia Britânica e em Ciências da Moral pela Universidade de Cambridge (Wikipédia, Setembro de 2013). Professor de Filosofia e Membro do Instituto de História e Filosofia da Ciência e Tecnologia da Universidade de Toronto (HACKING, 2000). Ex-Professor do Collège de France (HACKING, 2002). Sua preocupação maior é com a construção social da realidade, enfatizando o seu sentido comum; a ciência não deveria se afastar de seu objetivo essencial, que é o de avaliar os objetivos de estudo e o seu uso comum (Wikipédia, Setembro de 2013).

negado até mesmo a existência de observações pré-teóricas. Os filósofos estão mais acostumados à poltrona que ao laboratório. E nos empolgamos mais com a teoria do que com o experimento. Até podemos nos preocupar com a teoria e com o filosofar, mas não temos que ser antiexperimentalistas. Todavia, é a prática que sustenta a teoria e que se autosustenta, até mesmo quando a esquecemos. Mas a teoria pode ruir e até mesmo ser reerguida pela prática. Até mesmo a nova Ciência, dedicada ao experimento, apresenta uma propensão prática em favor da teoria. O experimentador que teoriza é esquecido ou relegado a um plano secundário em favor do teórico que experimenta. A experimentação e o experimentador apresentam uma condição inferior à do teórico. O autor cita o caso de Robert Hooke, um experimentador e técnico de laboratório, e Robert Boyle, nobre e teórico que realizava experimentos, muitos deles com Hooke. Dessa forma, ele demonstra que, independentemente da capacidade prática, é o teórico que se torna mais conhecido (HACKING, 2008).

Esse filósofo da Ciência ainda considera que não deve haver um único método em Ciência, seja o indutivismo ou o dedutivismo, assim como não há um único modo de construir uma casa. Para ele, haveria um indutivismo fraco (equivalente ao indutivismo ingênuo de Chalmers) no qual se força a natureza de forma absurda e sem sentido. O indutivismo pode e deve ter uma hipótese de trabalho. É necessário haver um mínimo de entendimento para que o experimento faça algum sentido. Experimentos sem ideias não são experimentos de forma nenhuma. Há uma forma forte de indutivismo: o nosso experimento só é significativo quando testamos os fenômenos sob escrutínio.

Todavia, Hacking também considera a possibilidade de que possamos realizar experimentos apenas pela curiosidade de ver o que acontecerá. Não seria estritamente necessário testar uma conjectura para que o experimento tenha algum sentido. Podemos fazer inclusive experimentos malucos para ver se algo acontece, como tocar um instrumento para as flores e ver o que acontece. Também acreditamos que esse tipo de experimentação realmente possa acontecer, mas eles seriam mais exploratórios do que conclusivos; sozinhos não seriam do tipo que provocam revoluções, mas podem começá-las, pois fornecem experimentalmente ideias e hipóteses. A maioria dos nossos experimentos são feitos devido a conjecturas específicas.

Nem sempre é possível percebermos em um trabalho se há inferências indutivas ou se há conjectura e refutação – ao menos, não imediatamente. Eventualmente, podemos até perceber o tipo de método que foi utilizado, apenas devido a alguma exterioridade (HACKING, 2008).

Para esse físico, apenas aqueles experimentadores repletos de modelos teóricos conseguem resolver alguns mistérios, ao menos aqueles mais complexos ou subvisíveis. As relações entre teoria e experimentação diferem nos diversos estágios e ciclos de desenvolvimento das ciências naturais. Embora isso seja óbvio, alguns filósofos da Ciência o negam. Mas não é bem assim: observar bolhas de ar emitidas na água por algas não envolve necessariamente uma teoria anterior. Então nem sempre os fatos são observados à luz de teorias, como Popper defendia (HACKING, 2008). Nesse caso, apenas ao considerarmos que essas bolhas sejam de oxigênio é que estaríamos interpretando esse experimento sob a luz de uma teoria (HACKING, 2008). Provavelmente, foi isso que impediu aos gregos perceberem a circulação do sangue e a irritabilidade.

Hacking (2008) defende uma posição aparentemente óbvia, mas importante e de que frequentemente nos esquecemos: uma nova disciplina ou área científica surge quando percebemos fatos ou fenômenos novos. Podemos perceber algo porque somos curiosos, inquisitivos e reflexivos, não empiricistas sem sentido. Afinal, procuramos criar teorias. E as observações precedem a formulação de teorias. Podemos interpretar os fatos criando fenômenos, e são eles que devem validar a teoria. Assim, os fenômenos são representações e não necessariamente entidades reais, embora possamos imaginar que o sejam.

Esse matemático e filósofo da Ciência defende a interdependência entre o trabalho experimental e a teoria. Todavia, é necessário haver muita pesquisa verdadeiramente fundamental precedendo qualquer teoria relevante. A teoria pode gerar um trabalho experimental mais profundo, mas grandes teorias podem se originar de experimentos pré-teóricos. Algumas teorias não têm respaldo no mundo real, enquanto falta a alguns fenômenos experimentais uma teoria. Eventualmente, há teorias e experimentos criados independentemente e que podem ser conectados (HACKING, 2008). A teoria pode preceder a experimentação, assim como a experimentação pode preceder a teoria. Nesse aspecto, a História da Ciência é tendenciosa.

Em certas situações, não podemos fazer experimentos, mas sim, observar. Todavia, em algumas observações, é possível realizarmos algum tipo de interferência. É importante haver uma interseção entre teoria e observação de qualidade (HACKING, 2008).

Ao avaliarmos uma disciplina científica - e, portanto, toda a Ciência - é necessário verificar se ela é respaldada pela realidade. A Ciência Moderna utiliza a Experimentação como base para o seu realismo. Desse modo, parece haver uma dicotomia com as antigas formas de se

pensar e agir; elas seriam mais teóricas. Mas seriam teóricas realmente? Se o fossem, não poderia haver a Civilização, pois desde o início haveria a necessidade de conhecermos o ambiente real e utilizá-lo para a sua sobrevivência. A Ciência sempre existiu, pois haveria uma base empírica para o conhecimento e para a Ciência, ou o seu equivalente, desde o início. A Ciência Moderna surgiu a partir da cisão com o pensamento vigente anterior à Revolução Científica.

O internalismo deve permitir que observemos algum tipo de integração entre teoria e prática; a Ciência pode atingir um nível teórico melhor, baseando-se mais em um conhecimento como prática; a Filosofia da Ciência pode aceitar melhor a prática real e desenvolver uma teoria embasada nessa prática.

A Ciência, considerando-se as origens gregas, começou com um forte racionalismo, influenciado pela Filosofia e com alguma experimentação – foi mais um conhecimento empírico do que uma experimentação -, pouca, mas crescente. Os filósofos e teóricos da Ciência, que predominam na área de Epistemologia, enfatizam o conhecimento como teoria, fortalecendo a parte teórica. Há a necessidade de fortalecimento da Ciência como conhecimento prático, do qual a teoria e a racionalização derivam. Não adianta apenas discutir a teoria como tal, ou o melhor tipo de raciocínio como teoria, mas sim, derivá-los da prática, da racionalização empírica consciente e ativa para obtermos uma derivação racional apropriada. É necessário criar algum tipo de equilíbrio entre ambas as visões, mas sem incorrer nos erros do passado.

Um dos critérios para a formação do novo espírito científico, provavelmente, foi o deslocamento dado para a importância relativa entre os trabalhos manuais e intelectuais. A discriminação tradicional mão/cérebro, mantida e promovida por cavaleiros e nobres, considerava o trabalho cerebral nobre e cavaleiresco e o manual humilde e humilhante. A Ciência era considerada, inicialmente, um trabalho mental, portanto de status mais elevado do que as artes manuais do artesão. A mesma divisão ocorria entre o trabalho anatômico, primariamente artesanal e o fisiológico científico. Foi no Séc. XVII que o investigador começou a lidar também com o aspecto manual da investigação (SHAPIRO, 1994 *in* CUNNINGHAM, 2002), retomando um modo de trabalho que já havia sido realizado em algum grau pelos gregos antigos. Mas há uma grande diferença: houve um incremento da importância no uso de experimentações e de laboratórios para a construção do conhecimento sobre a natureza, assim como outros aspectos associados. Surge um fetichismo com a experimentação. Hacking (2008) considera que devemos raciocinar mais em cima de experimentações, o que

proporciona um bom e necessário debate, o que também achamos importante: devemos procurar construir uma teoria do conhecimento envolvendo a experimentação, uma prática como conhecimento, tese que também é defendida por Pickering (1992). Realmente, há uma forte ênfase dada pela Filosofia da Ciência à Teoria em detrimento da Prática Experimental, que é base para a Ciência Moderna. Então surge uma proposta de trabalho que considera a necessidade de enfatizar a parte experimental e realizar uma filosofia da prática experimental. Como um primeiro passo, procuramos verificar as idéias experimentais dos autores desse período de transição para iniciarmos uma proposta de trabalho pós-experimental.

O conhecimento científico é um produto social, mas deve ser explorado através de estudos reais da Ciência, no passado e no presente. Dessa forma, temos que avaliar o modo de pensar e de agir de personagens historicamente importantes em Ciência. Uma abordagem empiricamente informada em uma disciplina é um entendimento essencial e de interesse ao conhecimento científico. Novas formas literárias e de reflexão são necessárias para o seu estudo. Há diversos eixos, mas destacamos onde a ação está e o que ela é. A prática científica e o movimento associado em direção ao estudo da cultura científica devem fornecer o significado ao campo dos recursos que a prática opera conscientemente. Ela ainda permite considerar o aspecto temporal, diferente do modelo atual de Metodologia Científica, o que leva ao aspecto cultural e à sua evolução. É a prática disciplinar que deve guiar a Ciência, o conhecimento e a teoria. Em nossa tese lidamos com a Biologia Experimental, nas origens da Fisiologia Moderna.

Avaliar a identidade disciplinar das diversas áreas historiograficamente é muito difícil, principalmente, quando elas são muito próximas, como, por exemplo, a Anatomia e a Fisiologia, antes de 1800, assim como a *Œconomia Animal*. Nesse caso específico, essa avaliação é muito complexa, pois elas estão fortemente interligadas e se apoiam mutuamente. A dominância da Fisiologia Experimental sobre as demais, após 1800 d.C., torna a avaliação ainda mais complicada.

Recuperar as disciplinas mortas, anteriores a 1800, permite identificar a Fisiologia Experimental, que substituiu efetivamente as antigas Anatomia e Fisiologia, existentes entre 1500 e 1800, como disciplina dominante para a investigação e a discussão dos fenômenos da vida em humanos e animais. Os historiadores e praticantes da área biomédica tendem a confundir a moderna disciplina de Fisiologia Experimental com as antigas disciplinas de Anatomia e Fisiologia. A Fisiologia Experimental é uma consequência da Revolução

Científica, com um novo modo de trabalho e uma nova visão de mundo. É necessário o conhecimento historiográfico para conseguirmos escrever as histórias dessas disciplinas e de seus praticantes com respeito à natureza real das investigações que eram realizadas. Conhecendo as antigas disciplinas, temos uma posição melhor para investigar as mudanças que permitiram a introdução das novas disciplinas e levaram ao desaparecimento das antigas, assim como avaliar o que seja a Ciência Moderna. Entre as mudanças, há uma nova postura quanto ao modo de observação, de experimentação e de raciocínio. Portanto, não só é necessário fazermos uma análise historiográfica, mas também epistemológica.

O termo disciplina, de origem latina, refere-se ao conceito de um ramo de aprendizagem ou de conhecimento, com um termo associado, o discípulo, aquele que aprende. Os diversos significados do termo centram-se ao redor da aprendizagem de regras ou sistemas de regras sobre atividades particulares e a segui-las. Esse foi o caso das antigas Anatomia e Fisiologia pré-1800, consideradas, então, atividades acadêmicas.

Cunningham (2002) salienta que a organização e a preservação do conhecimento intelectual e o seu desenvolvimento através do ensino e da inovação ocorrem dentro de uma matriz disciplinar. Desse modo, a história disciplinar é importante, principalmente por ser uma história da prática, do ensino e das mudanças temporais nas ideias e nas práticas. Não negamos aqui que haja cruzamentos disciplinares e nem que indivíduos possam praticar mais de uma disciplina. Um indivíduo poderia praticar Anatomia e Fisiologia, embora ambas possam manter as suas identidades. Entender a identidade disciplinar em épocas específicas possibilita o entendimento que seria possível às pessoas pensarem e agirem como praticantes daquelas disciplinas. É como praticantes de disciplinas específicas que eles fazem as inovações e as descobertas de interesse para os historiadores da Medicina. É a interface entre disciplinas diferentes que promove a reelaboração das disciplinas individuais, colaborando para o seu desenvolvimento.

Cada disciplina tem os seus próprios objetivos e métodos, mas deve priorizar a prática e, se necessário, opor-se à doutrina, que está mais preocupada com a teoria abstrata. Portanto, voltamos à prática e à sua aprendizagem, independentemente da prática consistir em investigação ou reflexão. 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.

Uma disciplina deve abranger um domínio bem caracterizado, mas isso não significa que não se possa transgredir ou modificar os seus limites (CUNNINGHAM, 2002). Isso significa que uma disciplina evolui; mudanças internas ocorrem – e, muitas vezes, influenciadas por agentes externos, como práticas e teorias externas, por exemplo. A partir dessas interações novas disciplinas podem surgir, com novas práticas e novas teorias. E as antigas disciplinas podem tornar-se obsoletas. Integrar duas disciplinas é integrar métodos, abordagens, padrões, tópicos, critérios de verdade e tipos de explanação que são próprios e apropriados para cada uma, como salienta Cunningham (2002). Os antigos academicistas, mesmo ensinando disciplinas diferentes, não desafiavam os seus limites. Eles realizavam pesquisas em Anatomia e Fisiologia, preservando esses limites – e não necessariamente em apenas uma dessas disciplinas. Apenas no Séc. XVII, os limites, os papéis e o status de ambas as disciplinas começaram a ser desafiados – e por influência dos vitalistas e da visão mecanicista.

Mudanças ocorrem no período de tempo em que há mais desafios para as áreas estabelecidas; as rachaduras das teorias e das práticas começam a aparecer e a mostrar os limites práticos e teóricos das antigas disciplinas. Para Cunningham (2002), são os argumentos e as demonstrações que validam, ou não, o conhecimento potencial ou atual de uma disciplina. Podemos falar a mesma coisa da Ciência, o que leva a uma visão internalista de Ciência. As antigas disciplinas só sobreviviam devido aos seus diferentes praticantes manterem sua direção apropriada, mesmo com projetos diferenciados e competindo entre si. Acreditamos que houve competições internas dentro das disciplinas de Anatomia, Fisiologia e *Œconomia Animal*, gerando uma nova Anatomia e a Fisiologia Experimental. Embutidos nessa competição, estão processos de raciocínio e de ação. Alguns desses processos, como a indução e a experimentação, é que se sobressaem. Consequentemente, uma disciplina termina por dominar certa área, como a Fisiologia Experimental dominou a Anatomia.

Entre os fatores que contribuíram para a formação do espírito científico estão o tipo de experimentação, criação de laboratórios, analogias, modelos e novos modos de pensar, fatores internos que nos interessam. A Ciência Moderna surgiu, portanto, de uma nova prática e com um novo raciocínio, o indutivismo.

Cunningham (2002) conclui que a transformação em grande escala das ciências entre os Séculos XVIII e XIX elevou, então, as novas áreas criadas à categoria de Ciências, no sentido moderno. Nós observamos que as ciências modernas que surgiram, então, são um tipo de sín-

tese entre os modos manual e intelectual de trabalhar, embora tenham ido além dessa síntese. É necessário haver o trabalho artesanal, manual, a experimentação como ação e atividade, assim como um desenvolvimento teórico baseado na razão e na representação, ambos baseados no lidar com a prática experimental. Isso pode levar à elaboração da prática experimental como uma teoria do conhecimento, pois ela se tornou a chave primária para a realização dos fatos e da verdade. Ou melhor, a prática foi renovada, tornando-se, progressivamente, a chave primária para a análise da natureza. Cunningham (2002) considera que uma disciplina fortemente manual não seria considerada uma Ciência no Séc. XIX. Então, a síntese que levantamos anteriormente é a chave para a nova Ciência. Mas algo mais é exigido, um novo método de pensamento que permeie a ação e o pensar: o método indutivo. Mas será que o indutivismo exclui o uso do dedutivismo? Harvey foi um indutivista influenciado por Aristóteles.

Segundo Cunningham (2002), a Fisiologia Experimental teria surgido na França, concebida essencialmente por Claude Bernard no Séc. XIX. Mas a história é mais longa e complexa, necessitando de um rastreamento mais longo. A nova conceituação pode até ser de Claude Bernard, mas ele cunhou esse conceito a partir de uma prática já existente na época e que clamava por uma nova denominação. As origens da Fisiologia Experimental, de certa forma, são gregas: o termo original é grego, embora a ênfase fosse completamente diferente, com uma metodologia surgida na Revolução Científica, baseada na metodologia da *Historia* aristotélica e na *Œconomia Animal*, ambas de origem grega, mas retomadas posteriormente na Idade Média. Acreditamos que William Harvey foi o último grande Anatomista no sentido antigo e gerou, na prática, a Fisiologia Experimental. Esse novo conceito se encaixa melhor logo depois dele, com Haller, Magendie e Spallanzani, que ainda acreditavam ser Anatomistas no sentido antigo. Mas o modo de trabalhar e pensar já eram diferentes. Temos, então, duas histórias, a do conceito do termo e a da prática fisiológica. Na prática, havia pessoas que dissecavam e que também analisavam os animais vivos para estabelecer o seu funcionamento, uma função similar à da Fisiologia Experimental. Mas o seu modo de operar era diferenciado, como vamos mostrar. Portanto, podemos identificar, na Revolução Científica, o início da nova Fisiologia. A Fisiologia Experimental é fruto das mudanças paradigmáticas de prática e de teoria entre 1600 e o início do Séc. XIX, quando se estabeleceu de forma mais definitiva, com seus próprios critérios, ideologia, prática, instituições e praticantes. Mas o pensamento indutivista, a *Historia* e a *Œconomia Animal*, por si sós, não foram suficientes para originar a Ciência Moderna.

A nova disciplina de Fisiologia Experimental foi favorecida por seus criadores e influenciou as antigas disciplinas, modificando o conceito da Anatomia e eliminando, na prática, a antiga Fisiologia. A Anatomia terminou tendo como guia a Fisiologia Experimental; ambas utilizaram a mesma linguagem por algum tempo, mas, posteriormente, os significados mudaram. Desse modo, os seus conceitos se diferenciaram e se tornaram disciplinas com identidades diferentes. Para Cunningham (2002), a Anatomia se tornou “mera morfologia”, pois só se preocupa com as estruturas. Mas este é apenas um dos aspectos que mudaram; é a ponta do iceberg.

Então temos a criação de uma nova Ciência, a Fisiologia Experimental. Mas o que a torna, ou qualquer outra disciplina, científica? Temos que pensar nisso em termos historiográficos, filosóficos e culturais. Embora consideremos a experimentação como base para a Ciência Moderna, podemos questionar o quão científica seja uma disciplina, pois ela pode ser considerada científica em um dado momento e depois ser simplesmente descartada como tal, ou, eventualmente, substituída por outra “mais científica”. Assim, realizar um experimento nos fornece uma direção importante para verificar o que é Ciência em um dado momento, sendo um delimitador do conceito de Ciência. Existem diversos conceitos conflitantes sobre o que ela seja, dependendo dos parâmetros utilizados. Desde o início da Humanidade, procuramos entender o que nos cerca; a Ciência é uma dessas formas. É comum considerá-la como a melhor maneira de entendermos o mundo de uma forma real, mesmo com suas mudanças conceituais. Se as mudanças são influenciadas pela cultura, pelo ambiente e pelo desenvolvimento da Cultura e da Sociedade, a Ciência é de difícil conceituação. Quais os parâmetros que a delimitam histórica e culturalmente? Acreditamos que a Ciência atual pode ser delimitada pela experimentação (seriada e, eventualmente, com orientação de experimentos cruciais), pelo indutivismo (mas sem a exclusão do dedutivismo) e pela razão, inseridos em uma mudança cultural mais ampla.

Para Cunningham (2002), os praticantes da antiga Anatomia já estavam desiludidos com as capacidades e com a competência dessa disciplina. Uma disciplina pode se tornar desgastada com o tempo, mesmo que seja considerada científica, pois ela fica vazia de questões e de maiores aprofundamentos. Todo um modo de trabalho evolui internamente à disciplina, transformando-a de alguma forma. Diversas formas de trabalhar podem surgir simultaneamente até alguma delas dominar as demais. Nesse contexto, as diferentes sub-

disciplinas podem se influenciar simultaneamente. Aqui nos preocupamos mais com o aspecto anatômico de análise das funções vitais até a redefinição de Fisiologia como “Experimental”.

A antiga Anatomia era experimental e manual, com os seus métodos de dissecação, de avaliação e de dedução próprios. Desse modo, a Anatomia antiga não estava subordinada à Fisiologia (CUNNINGAM, 2002). Portanto, ela foi uma das origens do modo de trabalho em Fisiologia Experimental, que surgiu a partir de diversos conceitos concorrentes no mesmo período de tempo. Talvez a Anatomia tenha sido uma das influências iniciais mais fortes em Fisiologia Experimental, além da Metodologia, proveniente da Filosofia (esta é a linha que vamos adotar) sendo posteriormente influenciada pelas técnicas e raciocínios da Física e da Química. Portanto, o desenvolvimento inicial da Fisiologia Experimental foi anatômico, com sua metodologia para o estudo das funções orgânicas: o corpo era tratado como um objeto que também experimentávamos para deduzir explicações vitais sobre ele.

A antiga Anatomia era considerada uma arte manual, mas a antiga Fisiologia era uma ciência. O termo *fisiologia* origina-se do grego *physis*, natureza das coisas, e *logoi*, razão ou conhecimento, referindo-se à inquirição sobre a natureza das coisas, e existe há mais de dois mil anos. A inquirição era realizada pelo *fisiologer*, ou fisiólogo que, eventualmente, sinonimizava os termos *Filósofo da Natureza* ou *Filósofo Natural*, usos que chegaram ao Séc. XVIII. A Fisiologia parece ter sido sempre considerada como parte do conhecimento médico e sempre dependeu da Anatomia. Era o que defendia Galeno, no Séc. II a.C. e o era para Aristóteles, por exemplo. Posteriormente, a Fisiologia foi ensinada nos cursos universitários de Medicina, geralmente pelo professor mais antigo, o professor de teoria da Medicina. O significado do termo *fisiologia* dependeria diretamente do seu significado básico mais amplo, o da inquirição sobre a natureza das coisas em geral – isto é, a fisiologia lidava com a natureza de uma coisa natural *específica*, o corpo humano ou animal. Essa fisiologia discutiria como este corpo é, como ele trabalha e o porquê; ela seria intercambiável com o termo *Economia Animal*. Já o termo Fisiologia seria um conceito mutante, controverso, afetado pelo pensamento e pelas inovações da Filosofia Natural, da qual fazia parte. Quando a explicação desta Filosofia Natural era modificada, a de Fisiologia também mudava (CUNNINGHAM, 2002).

O médico francês Jean Fernel (1497-1558) fez reviver o antigo sentido médico da Fisiologia. O seu livro sobre fisiologia **De Naturali Parte Medicinæ Livre Septem** (Sete livros sobre a Parte Natural da Medicina. Paris, 1542) serviu de modelo para a Fisiologia, tanto na

sua prática quanto para a disciplina e para os tratados posteriores. Tanto o fez que um praticante moderno poderia considerar que estivesse praticando a mesma disciplina que Fernel, como aconteceu com o neurobiólogo vencedor do prêmio Nobel de Fisiologia Charles Sherrington (CUNNINGHAM, 2002). Se tal interpretação é possível, podemos procurar por indicações que lembrem a Fisiologia Experimental e, portanto, procuramos por uma continuidade cultural entre ambas, não por mudanças paradigmáticas devido a diferenças disciplinares. Todavia, a Fisiologia Experimental se tornaria mais física e mais química no seu modo de análise e de interpretação da máquina orgânica, animal ou humana. Portanto, só é possível entendermos a função em Fisiologia Experimental utilizando também os métodos da Física e da Química. Então, a Fisiologia Experimental também se afastou tanto da antiga Anatomia quanto da “mera Anatomia”.

A Fisiologia de Fernel realmente não tinha nada de experimental. Fernel não utilizou os experimentos como uma “pedra de toque” para os fatos, como na Fisiologia Experimental posterior. Ela apresentava um dinamismo espiritual, independente da Física e da Química, e era mais especulativa do que vinculada aos fatos, fontes primárias da Fisiologia Experimental (CUNNINGHAM, 2002). Todavia, Fernel pode ser considerado um protomoderno, um cético que criticava a Magia e a Astrologia, seguindo contra a corrente da época, e apresentava uma mente analítica típica do cientista moderno. De resto, Fernel parecia acreditar em entidades teóricas; ele utilizava observações anatômicas, mas, ao passar da Anatomia para a Fisiologia, também passava do sentir e do ver para o conhecimento através da Meditação, não se apoiando nem na Física e nem na Química.

Em seu livro **De Naturali Parte Medicinæ Livre Septem**, Fernel apresenta sete partes, ou livros: 1) Sobre a descrição das partes do corpo; 2) Sobre os Elementos; 3) Sobre os Temperamentos; 4) Sobre os Espíritos e o Calor Natural; 5) Sobre as Faculdades da alma; 6) Sobre as Funções dos Humores; 7) Sobre a Geração do Homem (CUNNINGHAM, 2002). Percebemos imediatamente que a Anatomia é a base para uma Fisiologia teórica e com uma forte influência da visão aristotélica. Fernel inicia o seu livro com a Anatomia e com a dissecação do corpo a partir dos ossos até a pele, do mais interno ao mais externo (uma metodologia comum de análise na época; alguns anatomistas também faziam o contrário: escreviam de fora para dentro, procurando por uma síntese), em cinco cadáveres em separado. Dessa forma, podem ser vistos os órgãos internos e o esqueleto articulado, com os seus ossos. Este é o seu método investigativo. Ele faz uma separação para com o modo formal de

dissecção, quando utilizava apenas um cadáver. Dessa forma, fundamenta-se solidamente a arte da Medicina.

A Fisiologia ferneliana vai além da Anatomia. Não é uma disciplina investigativa, experimental, e sim, um discurso do pensar e do conversar. Para Fernel, uma ciência se basearia no lidar com o raciocínio e não com os fenômenos empíricos. Ele se preocupava com os *porquês* e com os *quês*. Uma mudança ocorreu na Revolução Científica; quais os critérios que mudaram? Foi apenas o uso, como novo modelo de trabalho? A experimentação foi o fator preponderante? Como Ciência, para as pessoas mais cultas, a Fisiologia ferneliana apresentava um status superior ao da Anatomia, que era uma disciplina claramente manual e que lidava com os fenômenos sensoriais. A Fisiologia era uma Ciência, pois a nova disciplina tinha que ter um status alto.

No contexto ferneliano, Fisiologia e Filosofia formariam um só corpo, um único conjunto mais amplo e teórico, isto é, uma Ciência, com duas subdivisões:

1. O objeto da Fisiologia seria o indivíduo saudável, as suas forças e funções. A natureza do Homem seria apenas uma sinopse da Natureza única, cujas forças e funções têm uma causa imaterial.
2. É a Razão filosófica que separa a Razão da Obscuridade Perpétua. Assim, se pode gerar uma ordem, ou cosmos. Essa visão filosófica, da qual a Fisiologia faz parte, mostraria as causas por demonstração – a qual, sendo “fernelizada”, seria uma demonstração lógica, não experimental e nem visual. Pela racionalização é que podemos entender as causas verdadeiras do ser humano, o que leva aos constituintes menores e invisíveis dos organismos menores.

Para Fernel, a Fisiologia é uma disciplina racional, não experimental, entre a Anatomia e a Medicina. Fernel passa da Anatomia para a Fisiologia como se fosse de uma disciplina para outra, hierarquicamente superior, e que levaria a verdades superiores, com suas categorias explanatórias próprias. A preocupação da Fisiologia ferneliana era com os porquês e com as causas, pois é uma disciplina do pensamento; já para Anatomia, experimental, a sua preocupação era com o como e com os procedimentos, por ser uma disciplina investigativa.

A prática da antiga Fisiologia lidava com a natureza do ser humano, o que pelas mãos dos cientistas modernos seria uma Ciência Experimental que lida com os corpos organizados, mas esta seria uma ciência abstrata para Fernel (CUNNINGHAM, 2002).

A disciplina ferneliana era uma Ciência, pois procurava por causas e englobava:

1. As menores unidades do corpo, qualquer uma que imaginemos que o seja, e como as partes visíveis sejam feitas a partir delas, e como as partes sensíveis adquirem as suas propriedades a partir do arranjo e do comportamento das unidades subvisíveis.
2. A fonte última de movimento e de mudança no corpo e como ela opera no corpo. Para Fernel, seria alma, espíritos e faculdades.
3. A explanação, mas não a investigação prática, em escala maior do que podemos denominar de “grandes funções” do corpo, tais como nutrição, respiração, sensação e reprodução.

(CUNNINGHAM, 2002)

Esses problemas são centrais à Fisiologia desde a Antiguidade grega, como mostra Hall (1975, p. ix). A fonte de movimento no corpo foi uma das preocupações de Aristóteles, por exemplo.

Os dados básicos seriam fornecidos pela Anatomia; a teoria, pela Filosofia. Mas podemos considerar a ênfase dada à Anatomia mais pela procura dos aspectos estruturais e funcionais mais gerais que pelos detalhes físicos ou químicos, os quais são mais complexos para lidarmos quando se trata de seres vivos. Uma concordância entre as diferentes disciplinas pode ter auxiliado na lapidação da futura Fisiologia Experimental.

A antiga Anatomia não apenas tinha o foco atual e estreito das estruturas animais e humanas, como os historiadores geralmente consideram, mas também algo de um funcionamento dinâmico, o que lembra a moderna Fisiologia Experimental. A Anatomia bruta envolveria a dissecação, sem a ampliação das partes. O progresso fundamental estaria mais relacionado ao campo da Fisiologia. Esta última definição de Anatomia seria mais restrita, pois aparenta não envolver a dissecação mais profunda, microscópica, que realmente fazia parte da antiga Anatomia. A Anatomia funcional lida com descobertas anatômicas com implicações fisiológicas (funcionais). Assim, procuramos pelos parâmetros diferenciais entre as disciplinas da (antiga) Anatomia e a Fisiologia Moderna. A anatomia definida por Glisson (1641) significa dissecação; como arte, é uma dissecação artificial (isto é, a dissecação manual e mental) que leva ao conhecimento perfeito de todas as partes do corpo. Isto significa o uso de cadáveres e corpos vivos. A estrutura é investigada tão amplamente quanto possível, sendo

feitas relações com as demais partes do organismo; depois, deduções sobre o uso ou a função da parte. A investigação da estrutura não é separada da investigação sobre a ação ou o uso das partes, as quais são produtos finais da anatomização (CUNNINGHAM, 2003), o que leva à consideração de Cunningham de que a retirada e/ou a (re)introdução de estruturas orgânicas, tais como glândulas, para analisar a sua função seja um caráter diagnóstico para a atual Fisiologia Experimental. Acreditamos que essa seja apenas uma técnica mais elaborada que permite aprofundar mais e mais sutilmente a definição da nova Fisiologia Experimental. Acreditamos mais em uma modificação mais ampla: foi o método de trabalho que mudou, com um novo paradigma, outra maneira de pensar e de agir, mais voltado a uma experimentação bem delineada e direta, com respostas mais conclusivas do que conjecturais, fortemente indutivistas, mas sem excluir totalmente a dedução – apenas modificando a forma deducional de agir e de pensar por influência do indutivismo. A Fisiologia Experimental seria mais o fruto indutivista e experimental dos estudos anatômicos, principalmente a vivissecção, com todo um método científico novo, não um método puramente dedutivo ou baseado em experimentos frágeis. A antiga Ciência envolvia algum grau de experimentação e de observação, além de conjecturas. A nova Ciência envolveria muita experimentação e pouca conjectura.

Se explorar a estrutura e a ação das partes seria uma atividade manual e sensorial, e explorar o uso das partes seria mental, haveria um problema técnico para avaliar o uso real dessas partes, mesmo que fosse concebido como algo superior. Uma Ciência pode procurar pela natureza de cada parte e pelas causas da mesma natureza, pois pode apresentar Teoremas ou Máximas Gerais, ou Universais, ou o que consideramos hoje como modelos, analogias e teorias. Mas isso não é o suficiente. Se a Anatomia apresentasse um lado manual e outro mental, e a antiga Fisiologia fosse apenas teoria, algo estaria errado nessas Ciências. Falta um modo melhor de operar em Ciência. Os órgãos, para os antigos gregos, eram meros instrumentos (órgãos, em grego) pelos quais a alma promovia as suas ações no corpo. O próprio corpo seria um instrumento da alma. Estudar os corpos vivos seria estudar os corpos que possuem alma. Se a alma fosse um conceito teórico, então apenas a teoria poderia estudá-la. Mas a sua relação com o corpo físico implicaria ser necessário saber lidar com uma visão mais materialista para entendê-la. O conceito de alma foi retirado da nova disciplina de Fisiologia por isso, procurando substituí-la por algo orgânico, vivo, material.

Para o historiador da Ciência Andrew Cunningham (2002), a velha fisiologia científica teria sido desbancada, no início do Séc. XIX, pela nova disciplina da Fisiologia Experimental de um pequeno grupo na França, o qual teria criado uma versão radicalmente nova da fisiologia em poucos anos. Um grupo teria continuado nas antigas tradições da fisiologia, como aquelas que teriam seguido o método halleriano. Outro grupo, como o encabeçado por François Magendie, teria criado a Fisiologia Experimental. Aliás, Magendie (1816) clamava ter criado a Fisiologia Experimental, dispondo os princípios dessa disciplina e, exemplificando, utilizando os seus próprios experimentos em seu livro **Elementary Compendium of Physiology; for the use of Students**. O seu objetivo principal, ao escrever esse livro, foi o de contribuir para uma mudança no estado da Fisiologia. A Fisiologia havia sofrido um “longo e cansativo romance” e ainda estava atrasada em relação às ciências da Física e da Química que, no decurso do Séc. XVIII, foram “reduzidas ao experimento”. O objetivo de Magendie era o de fazer exatamente o mesmo com a Fisiologia, renovando-a de modo a ocupar o seu lugar nas Ciências Naturais, contribuindo “para a introdução do método baconiano de indutivismo na Ciência Fisiológica” (1816, *apud* CUNNINGHAM, 2002, p. 659).

Um dos primeiros conjuntos de experimentos desse fisiologista francês foi o de averiguar o papel do estômago sobre a digestão: ele seria passivo ou ativo nesse processo? A hipótese mais antiga indicava que fosse um processo ativo, o de contração do estômago, mas Magendie comprovou que ele é passivo: o diafragma e os músculos abdominais eram responsáveis pelo processo. Magendie o comprovou, experimentalmente, ao substituir o estômago de um cão por uma bexiga de porco, preenchida por um líquido colorido. O diafragma e os músculos abdominais cooperam para o processo, embora possam fazê-lo separadamente, como quando cortamos o diafragma; esse fica imóvel, mas o animal ainda é capaz de vomitar (CUNNINGHAM, 2002).

O método analítico de Magendie foi estritamente intervencionista, não interpelando os fatos anatômicos, mas, sim, o animal experimental. Cada parte do corpo passível de produzir o fenômeno foi sucessivamente removida ou imobilizada e, então, induzia-se o vômito. Os experimentos são repetidos diversas vezes, em diferentes combinações e em diferentes animais. Ele era baconiano e chegou a conclusões opostas às de Albrecht Von Haller quanto ao processo do vômito. Os experimentos de Magendie não eram aleatórios e, aparentemente, sem hipóteses: Magendie presumia a ignorância em relação às respostas possíveis. Não se

podia admitir nenhum fato que não fosse comprovado experimentalmente de forma competente (CUNNINGHAM, 2002).

Acreditamos que Harvey e Haller também foram intervencionistas e baconianos, sendo que Haller já era um fisiologista experimental. Então a autoproclamação de Magendie como tal poderia caber a ambos, como veremos. Portanto, a Fisiologia Experimental não era exatamente uma novidade. A experimentação não era uma novidade para nenhum deles.

Segundo Cunningham (2003), haveria três tipos de raciocínio envolvidos nas três disciplinas que ele discute, ao menos aos olhos dos seus respectivos praticantes: a Antiga Anatomia, a Antiga Fisiologia e a Nova Fisiologia Experimental. O anatomista da Velha Escola fazia deduções, um raciocínio silogístico aplicado à Anatomia; ele unia todos os dados anatômicos no que Fernel denominou de *método de composição*, equivalente às causas que unem tudo do fisiologista filósofo. Esse seria o modo de se fazer fisiologia, pois estabeleceria o conhecimento por uma “força de demonstração” (p. 72). Um fisiologista experimental compararia esse raciocínio com a indução baconiana (idem).

A Fisiologia Experimental foi uma modificação da visão ferneliana de Fisiologia, que consideramos ter sido também uma modificação em relação à antiga *Œconomia Animal*.

William Harvey, no Séc. XVII, parece ser uma boa escolha para iniciar a discussão sobre essa transição disciplinar da antiga Anatomia para a nova Fisiologia Experimental, como um pesquisador de transição entre ambas as disciplinas. Depois, discutiremos Albrecht Von Haller e o Abade Spallanzani, cientistas posteriores que acreditamos já estarem inseridos na nova Fisiologia. Magendie, aproximadamente do mesmo período de tempo, considerava-se o cunhador do termo Fisiologia Experimental. Todos estes foram anteriores a Claude Bernard.

Cunningham (2003) salienta que tendemos a classificar as investigações experimentais sobre a vida como exemplos, pois avaliamos as antigas disciplinas utilizando como padrão a Fisiologia Experimental.

A cultura, como trama social, evolui, assim como evoluem os métodos empregados para a obtenção do conhecimento. Diferentes níveis de generalização de conceitos dentro da rede podem estar inteligados por generalizações com diversos níveis de certeza, assim como ao mundo natural pelo acúmulo de termos observáveis e pelo modo como olhamos para o mesmo objeto da conceituação e da rede conceitual para adequá-lo às novas circunstâncias. Se as

novas circunstâncias tivessem a mesma relevância das antigas, um novo conhecimento seria produzido (PICKERING, 1992). Harvey, Haller, Spallanzani e Magendie podem ter-se encontrado nesse contexto, e devem ter gerado novas formas de agir e de pensar. A Representação só pode ter desempenhado um papel de extrema importância para a mudança de visão na Ciência. Para tanto, verificamos o papel da Representação e da Experimentação na História e na Prática da Ciência Experimental nesses autores.

A partir do que vimos acima, podemos discutir se o conhecimento se desenvolve de modo contínuo ou descontínuo. Para Alexandre Koyré (1991, talvez já implícito em 1971), ele é contínuo. Para Thomas Kuhn, em seu livro **A Estrutura das Revoluções Científicas** (2005), o desenvolvimento do conhecimento é algo descontínuo, com mudanças paradigmáticas, francas e bruscas. Já mais tarde, em sua obra **O Caminho desde a Revolução** (2006), ele acredita em mudanças paradigmáticas baseadas em linhas contínuas de pensamentos que tiveram que mudar os seus parâmetros de raciocínio e de disciplina. Kuhn acredita em mudanças paradigmáticas como conversões religiosas, posteriormente mudando se opinião por acreditar haver mudanças paradigmáticas como fluxo das mudanças contínuas até haver um ponto de ruptura aparente. Defendemos uma posição mais próxima desta última, pois deve refletir melhor o que realmente aconteceu, e não posições antagônicas extremas com visões parciais. As mudanças geralmente parecem ser, inicialmente, pontuais, mas terminam por modificar toda uma visão de mundo e toda a estrutura do conhecimento. Há mudanças paradigmáticas como consequência dessas mudanças parciais inseridas culturalmente, levando a mudanças evolutivas do pensamento e de ação em um contínuo de tempo. E tais mudanças parecem ser cada vez mais rápidas. Então, o modo de produzir conhecimento, o fluxo e a produção de conhecimento são culturalmente influenciados. Uma rede em potencial é formada e frequentemente passível de aceitação. A aceitação ou não dos métodos e das teorias depende do que consideremos válido na época ou da sua comprovação experimental, de modo que não deixe muitas dúvidas sobre o objeto. Mas a experimentação pura e simples não consegue influenciar diretamente as teorias; a própria teoria pode influenciar o que pode ser visto ou considerado. A Ciência, aparentemente, pode ser acumulativa e deve sê-lo, pois senão perderia parte da sua função, que é procurar a realidade, avaliá-la e disponibilizar esse conhecimento. Mas ela também deve permitir um aprofundamento do conhecimento, com diversos pontos de vista e críticas às mudanças pragmáticas e ao conservadorismo, com uma forte estrutura dedutiva e dinâmica, viva.

Questionamos, quando fazemos uma descoberta, quem a fez, quando foi feita, se foi suposição, obra do acaso ou resultado de trabalho árduo, por exemplo. Essas são questões do contexto da descoberta. Se ela for um produto intelectual final, como hipótese, teoria ou crença, razoável, apoiado pela evidência, confirmado pelo experimento e corroborado por testes então o relacionamos à justificação ou solidez (HACKING, 2008, pp. 5-6).

É possível haver uma única metodologia em Ciência? Acreditamos que não e, talvez, nem mesmo na própria disciplina, que seria a unidade experimental em Ciência. Porém, dentro de uma mesma disciplina, há diálogos, interlocução, trocas de ideias e de possibilidades metodológicas.

Pretendemos explicar as mudanças que ocorreram nas Ciências Biológicas no período da Revolução Científica, assim como os seus efeitos sobre as nossas concepções de Fisiologia, Ciência e Realidade. A objetividade é um caminho para o Realismo Científico. O Método Experimental, aliado à objetividade, permitiu o desenvolvimento do pensamento científico, o Método Científico, que, normalmente, em Ciências Biológicas, reflete-se no Método Experimental. Mas será que o Método Experimental, por si só, dá conta do aprimoramento e do desenvolvimento científico? Quais os critérios de boa Ciência que surgiram na Revolução Científica? É na análise dos principais agentes desse período que poderemos defini-los.

Se Claude Bernard cunhou a terminologia *Fisiologia Experimental*, então os termos *Fisiologia* e *Experimental* já existiam de forma independente antes dele. Para ele tê-la criado, o contexto para a sua conceituação já existia. Albrecht Von Haller já era um praticante da Fisiologia Experimental. William Harvey era um praticante da antiga Fisiologia. Harvey foi o último grande anatomista funcional e levou à reorganização das antigas Anatomia e Fisiologia, gerando a Fisiologia Experimental de cunho anatômico, sendo, portanto, um dos principais responsáveis por essa mudança. Harvey e Haller foram modernos, mesmo lidando com duas disciplinas simultaneamente, considerando-as como experimentais. Mostraremos quando a Fisiologia Experimental surgiu, o seu contexto e parte de seu desenvolvimento conceitual.

O modo de trabalho de Harvey e de Haller foi macroscópico e anatômico funcional, com manipulação e observação diretas, sem a interferência de instrumentos que pudessem invalidar as suas descobertas. Eles queriam ter uma visão mais ampla dos processos, não uma visão muito particular e específica, como a que ocorre nos processos químicos. O Abade

Spallanzani também procurava por fenômenos gerais, mas ao nível microscópico, sobre os seres vivos. Todos eles procuravam manusear, trabalhar e observar entidades passíveis de manipulação direta, como entidades reais que deveriam ser, não como entidades teóricas, como o *pneuma* e o flogístico. Os trabalhos dos antigos são eventualmente considerados como fortemente ou unicamente teóricos. Portanto, temos uma cisão entre os antigos e os da Revolução Científica.

Hacking (2008) acredita que realismo e antirrealismo escapem na representação quando tentamos captar a natureza de algo, o que impede de definir qual a representação capaz de vencer outra. Real é o que podemos manusear e tem a ver com causalidade. A nossa noção de causalidade é que formaria as nossas noções de realidade. Portanto, é a intervenção que encabeça a noção do que é real e faz elaborar uma representação dessa realidade. A representação e a experimentação são as duas faces de uma mesma moeda. Para ele, a Realidade, a Intervenção e a Representação caracterizam a Ciência Moderna. Então, resta saber se esses três aspectos estariam presentes nessa mudança, fornecendo as bases para a Ciência Moderna, onde supostamente estão presentes. A Intervenção ou Experimentação, realmente, está presente. Já a Representação e a Realidade talvez não sejam mensuráveis com a nossa concepção moderna. A Realidade pode ser apenas uma semelhança, talvez desqualificada, do Real. Procuramos por semelhanças nas últimas relações existentes; assim, podemos verificar o continuísmo.

As teorias e os conceitos em Fisiologia evoluíram e podem ter-se tornado incomensuráveis. As diferentes teorias, geradas simultaneamente ou em tempos históricos diferentes, devem ter se tornado incompatíveis entre si, gerando uma nova Fisiologia de cunho diferenciado.

Cunningham (2002) considera três disciplinas diferentes sob a denominação de Fisiologia: a Fisiologia grega, o período anatômico da Idade Média, que culminou na Fisiologia Ferneliana, e a Fisiologia Experimental atual, considerada como tendo sido iniciada por Claude Bernard. Mas, de um modo forçado, podemos considerá-las como três momentos paradigmáticos diferentes do conceito de Fisiologia. O conceito grego original, o de conhecimento da natureza das coisas, englobaria a *Œconomia Animal*, que lidava com o funcionamento do corpo animado; a Fisiologia Ferneliana, como racionalidade a partir de dados anatômicos, o que englobava o funcionamento dos organismos vivos, mas sob outro prisma, mais moderno. A Fisiologia Experimental lida com o funcionamento do organismo vivo de uma forma ainda mais moderna, com amplas mudanças disciplinares em uma linha

não paradigmática sobre um tema mais amplo. A Fisiologia Experimental é o fruto da Revolução Científica, como demonstraremos. Ela se originou da experimentação como teoria do observador com um cunho intervencionista a partir da antiga Anatomia, como arte manual para o estudo das funções orgânicas. Esta Fisiologia fez separar teoria e observação e tornou-se mais rigorosa que as anteriores, envolvendo uma teoria do afastamento do observador em relação ao objeto.

A Ciência deve ser transmitida como interação social, como busca por conhecimento (factual e teórico) e como disciplina; pode influenciar o seu próprio desempenho como um sistema de informação, comunicação e prática, sofrendo mudanças. Um estudo desse sistema disciplinar e de informação permite compreender os seus processos internos, para percebermos o porquê de certa informação estar corrente ou armazenada em detrimento de outra.

Esta tese lida essencialmente com as questões de teoria do conhecimento a partir das ideias experimentais de importantes praticantes ligados à abordagem experimental do funcionamento dos organismos animais. Seu principal objetivo é reavaliar os conceitos existentes sobre Fisiologia e Ciência, apontando-os como centro de uma formação de um novo modo de pensar as ciências biológicas e de agir segundo esse novo pensamento no período da Revolução Científica.

A pesquisa é qualitativa, envolvendo uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, cujo foco principal é o processo. Também é básica: procurou gerar novos conhecimentos, verdades e interesses universais. É ainda bibliográfica e exploratória. Consultamos diversos livros e artigos de relevância e realizamos pesquisas na *web*, onde foram acessados livros clássicos no Google Books e artigos *on-line*. A partir do material coletado, exploramos o referencial teórico e prático levantado pelos autores e comentadores das ações dos cientistas de acordo com as realidades de suas respectivas épocas. No que concerne ao referencial prático, fizemos a descrição dos trabalhos dos fisiologistas, apresentando suas práticas e apontando as diferenças entre elas. Escolhemos cientistas de renome e de impacto para a sua época. Levantamos os livros para este trabalho na Biblioteca Nacional e nas Bibliotecas de Obras Raras do Centro de Ciências da Saúde (CCS) e do Centro de Tecnologia (CT), na Biblioteca do Instituto de Filosofia e Ciências Sociais (IFCS), todas da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Os que não encontramos ali tomamos a iniciativa de comprá-los.

Obtivemos os artigos através do Portal de Periódicos da CAPES, seja por acesso direto, nas bibliotecas da UFRJ, seja por acesso remoto.

No Capítulo 1, apresentaremos a visão grega do que hoje denominamos Ciência, por sua influência na visão medievá e na postura científica dessa época até a Revolução Científica. Aqui, tivemos que definir, historicamente, alguns conceitos, segundo os próprios autores e o contexto temporal. Desse modo, podemos perceber a influência grega nas mudanças ocorridas na Fisiologia moderna e, por extensão, na Ciência atual. Nesse capítulo, também discutiremos como os gregos percebiam o funcionamento do corpo e como eram a demonstração (ou experimentação) e a visão médica desses cientistas até a época de Galeno, no período da ocupação romana. Para isso, faremos a comparação entre a Fisiologia atual e a grega, o que permitirá a comparação evolutiva dos conceitos apresentados, assim como o seu modo de trabalho.

No Capítulo 2, apresentaremos e discutiremos três personagens importantes desse período e o impacto de suas ideias sobre a Fisiologia Experimental: Harvey, Haller e Spallanzani, compreendendo visões de nacionalidades e épocas diferentes.

Ao final, apresentaremos as discussões e as conclusões obtidas a partir dos capítulos anteriores, as questões geradas e as suas representações mentais.

Todas as referências bibliográficas mencionadas no item Referências Bibliográficas foram consultadas diretamente ou através das referências indicadas.

O conceito de Ciência e o seu modo de trabalhar modificaram-se com o tempo. O termo latino *scientia*, do séc. XIII, de onde deriva o termo ciência, surgiu com o cunho de *conhecimen*to, afastando-se do seu equivalente grego *episteme*. Na *Scientia* já se começava a lidar com aspectos manuais e teóricos, mas sem a ênfase posterior, o que levou alguns teóricos a considerarem que já fosse Ciência, antes da Revolução Científica. Para nós, a Fisiologia como Ciência Moderna originou-se entre os Séculos XVII e XIX, com um novo modo de trabalho, o experimental (não apenas experimentos pontuais), e todo um novo modo de raciocínio, fortemente influenciado pelo indutivismo, pelo mecanicismo e pelo método filosófico, que envolve análise e síntese. Desse modo, o conceito de Ciência mudou após a Revolução Científica devido a essas mudanças. A Fisiologia já era experimental praticamente desde o Séc. XVII, com experimentos isolados anteriores. A Fisiologia atual, e, por extensão, a Ciência atual, devemos historicamente aos gregos, mas de forma muito modificada. Indiretamente,

foram os gregos que propiciaram a Revolução Científica, mas após uma ampla revisão de conceitos e métodos. Todas as civilizações elaboraram algum tipo de Ciência e permitiram o seu desenvolvimento em algum grau. Hoje, a Ciência é a forma de conhecimento preponderante, de maior prestígio, influenciando as demais áreas. Tudo deve ter o aval da Ciência para ser abalizado. Mas a Ciência não é infalível; uma análise internalista permite verificar sua falibilidade e seus limites.

A definição de Ciência pode ser uma coisa interna à própria disciplina, que se reflete na comunidade científica e, posteriormente, na Sociedade em geral. O principal papel da Ciência é o de avaliar a realidade do mundo, do universo. Então deve ser feita uma avaliação do que seja o mundo para cada cientista proeminente. No nosso caso, avaliamos os papéis de Haller, Harvey e Spallanzani sobre os fatos e fenômenos vitais: os fatos com que eles se preocupavam, os fenômenos que percebiam e como os obtinham, o que realmente estaria envolvido nas funções orgânicas, quais as entidades realmente envolvidas, a realidade envolvida com os fatos e fenômenos, e a sua desconfiança sobre o que possa ser real e verdadeiro, como as antigas teorias e, eventualmente, a sua substituição por uma nova. Para aqueles que consideram haver uma forte distinção entre Teoria e Observação, Real é o que foi observado; as Teorias meramente representam. Para aqueles que consideram não haver distinção entre teoria e observação há uma fraca relação com a representação, o que pode levar ao idealismo: procurar por um referencial universal inexistente, o que levaria a um realismo interno, inclusive, até mesmo a dúvidas transcendentais. Este tipo de distinção, ou a sua ausência, pode ajudar na delimitação entre os diversos conceitos de Ciência. Cabe, então, avaliar o papel dessa distinção entre cientistas de destaque. Novamente recorreremos a Harvey, Haller e Spallanzani. Para um cientista, deve haver uma forte distinção entre teoria e observação; a distinção fraca ficaria mais para os teóricos e filósofos. Alternativamente, haveria uma importância de ambos os aspectos. Afinal, a Ciência lida com teoria e experimentação. Deve haver certa distinção entre teoria e prática, sem permitir o idealismo. Tal tipo de delimitação entre teoria e observação pode ser um diferencial entre as antigas formas de Ciência e a Ciência Moderna. Um dos fundamentos da Ciência Moderna é a Experimentação, que pretende ser uma forma objetiva de obter o conhecimento do real. Então, deve haver uma origem para essa postura. Experimentos devem ter existido em pelo menos algum período anterior à Revolução Científica, e deve sempre ter existido algum tipo de conhecimento empírico. Mudanças nos tipos de empirismo e de epistemologia devem ter ocorrido. Se houve alguma mudança conceitual em Fisiologia, houve também mudança

paradigmática nesta disciplina. A separação entre teoria e observação é um parâmetro que pode ser útil para separar as formas antigas de Ciência para a Moderna, embora acreditemos que ambas sejam complementares; não podemos abandonar a teoria pela experimentação, mas o conhecimento pode (e deveria) derivar-se fortemente da experimentação. A experimentação é uma forma de analisar o real, mas não há uma dicotomia entre o pensar e o atuar. Uma dicotomia que recorra apenas à experimentação pode levar a um forte realismo não argumentativo e sem uma boa estrutura teórica. É uma boa estruturação teórica que permite o desenvolvimento e as grandes mudanças em Ciências.

O realismo aqui não é uma razão pura, com entidades teóricas, mas um conteúdo natural dos seres vivos. Porém é o contexto cultural que permite a aceitação de um pensamento como correto ou verdadeiro. O que é verdadeiro deveria ser determinado pelo concreto, como o que ocorre através da experimentação. É a experimentação que permite delinear o que pode ser real a partir do que é percebido. Como a realidade está além da mera observação e da mera experimentação (e além da mera racionalização), experimentar é o começo concreto, uma procura do que seja real ou não. Desse modo, o experimento serve para definir não toda a realidade, mas sim, para raciocinar e modelar o real para alavancar o conhecimento. A linguagem oral ou escrita deve derivar-se da representação, que deriva da experimentação e da observação – e, portanto, dos sentidos. A linguagem acopla-se principalmente à representação visual, com um jogo de procura pela realidade. A teoria seria apenas um descritor que lida com o real em um contexto científico. É a representação imagética que deve levar à linguagem descritiva.

Há uma polarização na Filosofia da Ciência em relação a dois modos principais de raciocínio: o indutivismo, baseado em observações precisas, na condução cuidadosa de experimentos e no registro honesto dos resultados – o que leva a generalizações, analogias e teorias para organizá-los - e o dedutivismo, que parte da generalização e da racionalização e que está baseado, principalmente, em conjectura e refutação, utilizando as consequências das conjecturas para testar a veracidade de uma teoria (HACKING, 2008, p. 4). Ambos eram importantes para Aristóteles. Posteriormente a ele, houve uma grande ênfase no dedutivismo e, após Bacon, houve uma ênfase no indutivismo, chegando ao extremo de considerarmos a existência de um indutivismo sem hipóteses, ou indutivismo ingênuo como o define Chalmers (1993). Existe realmente esta dicotomia?

A experimentação é um artefato para a apresentação de fatos reais e fornece os subsídios para a representação e para a modelagem. Originar-se-ia, então, um novo linguajar que, por sua vez, originaria uma nova disciplina ou uma ciência, e mudando o que pensamos sobre a realidade.

As teorias caem quando os experimentos não as demonstram, e elas têm que ser substituídas. Surge, então, a questão de qual seria o melhor método de análise para a Ciência, se o indutivismo ou o dedutivismo. Uma análise histórica internalista pode permitir avaliar esses pontos.

Segundo Kuhn, não haveria uma distinção entre observação e teoria; a ciência não é cumulativa; uma ciência viva não tem uma estrutura dedutiva forte; conceitos científicos vivos não são particularmente precisos. A unidade metodológica da ciência é falsa: há inúmeras ferramentas desconectadas, utilizadas para diversos tipos de questionamento. O contexto da justificação não pode ser separado do contexto da descoberta. A ciência é essencialmente histórica (HACKING, 2008, p. 6).

Para entendermos a Ciência ou para formarmos uma imagem sobre ela, temos que entender o contexto de seu surgimento e estabelecer alguns parâmetros iniciais, como o da justificação. A Biologia necessitaria de analogias com a Física e com a Química, mas não se reduz a ambas; apenas a prática experimental e a razão podem indicar esta possibilidade, pois a vida é um fenômeno complexo da Natureza.

## CAPÍTULO 1. A FISIOLOGIA ENTRE OS ANTIGOS GREGOS

A antiga Ciência Biomédica incluiu um grupo inicial de filósofos naturais gregos do Séc. IV a.C., com Platão e Aristóteles, onde se inserem, também, os escritores hipocráticos.

A primeira revolução anatômica ocorreu, principalmente, pela introdução da dissecação sistemática do corpo humano. A dissecação humana foi, historicamente, muito rara e, geralmente, permeada por muitos tabus. Tal revolução ocorreu em Alexandria devido às influências helenísticas, à prática de embalsamamento e à distinção entre corpo e alma por influência das ideias de Aristóteles e de Platão. Foi o acúmulo das dissecações animais, a partir do Séc. III, que permitiu grandes descobertas.

O desenvolvimento da dissecação anatômica deveu-se principalmente às escolas médicas alexandrinas; apenas em uma escola médica onde a Anatomia fosse considerada uma disciplina básica e estabelecida haveria um apoio mútuo dos indivíduos do grupo para realizar tais práticas. A dissecação era uma ferramenta tanto de ensino quanto de pesquisa. A sua aprendizagem era essencialmente oral, com transmissão de pai para filho, ou de mestre para aprendiz. Este sistema teve que ser modificado quando os adultos tiveram que aprender anatomia em um curto espaço de tempo. A formalização desse ensino pode ter-se iniciado na época de Aristóteles.

A anatomização do corpo animal foi típica para a tradição grega. Provavelmente ela foi iniciada por Aristóteles. Já a anatomização humana pode ter começado só no Séc. III a. C. (CUNNINGHAM, 2003). Para Aristóteles, o termo *Historia* significava a informação obtida através da investigação, sendo um requisito para o estudo da zoologia. (ARISTÓTELES, 1965, p. vii). Percebemos, então, que, para Aristóteles, a investigação e a análise eram de extrema importância para a compreensão da natureza. Os antigos gregos eram curiosos e procuravam explicar o que os cercava. E as explicações não eram necessariamente religiosas, míticas ou místicas; já havia a curiosidade de perceber o mundo de uma forma mais objetiva e baseada em observações primárias.

O termo aristotélico *metafísica* originou-se a partir do gr. *tà metaphysiká*, gerando o termo latino medieval *metaphysica*. Ele designava originalmente os tratados aristotélicos após a Física e passou a designar a filosofia primeira, ou o ponto de partida da Filosofia (princípios e causas primeiras). Na tradição escolástica, há uma distinção entre a *metafísica geral*, a

ontologia, propriamente dita, que examina o conceito geral de ser e a realidade em seu sentido transcendente, e a *metafísica especial*, que trata de domínios específicos do real (JAPIASSÚ & MARCONDES, 1996). No *aristotelismo*, é a investigação das realidades que transcendem a experiência sensível, capaz de fornecer um fundamento a todas as ciências particulares, por meio da reflexão a respeito da natureza primacial do ser (HOUAISS, 2009). Para Hacking (2008), é a avaliação crítica do que seja realidade: O que é o mundo? Quais os tipos de coisas que existem no mundo? O que é verdadeiro sobre essas coisas? Podemos interpretar o conceito do aristotelismo como similar ao de Hacking, ao menos até certo ponto.

Podemos considerar a relação do termo grego *physiká* com o termo grego antigo *physis*, ligado à natureza das coisas.

Entre os gregos, não havia o conceito de ciência como o atual. Este termo corresponderia ao conjunto de conhecimentos agrupados como *philosophia*, ou amor à sabedoria, filosofia; *episteme*, ou conhecimento; *theoria*, contemplação e especulação; ou *peri physeos historia*, inquirição sobre a natureza (LLOYD, 1973, **Preface**). O conceito de *peri physeos historia* parece coincidir, ao menos parcialmente, com o de *physiologia*, pois, em ambos, procuramos a natureza das coisas.

Os Milesianos (sécs. IV e III a.C.) possuíam sistemas totalmente articulados de inquirição com metodologia definida, os quais se estendiam por todas as ciências naturais. As investigações estavam restritas a poucos tópicos naturais e não possuíam um método científico, como em *Œconomia Animal*, o trabalho realizado pelo corpo ou por suas partes, como uma anatomia funcional. Esse conceito é originalmente grego, do séc. V a.C. ou anterior, e foi utilizado até cerca do séc. XIX d.C. O que os distinguia:

- a. as suas especulações procuravam descobrir a natureza das distinções entre o *natural* e o *sobrenatural*, e descobrir fenômenos regulares e governados por sequências determináveis de causa e efeito, não por aleatoriedades;
- b. a influência dos mitos, mas já sem o aspecto sobrenatural (não mística).

(LLOYD, 1973, pp. 1-3).

Aristóteles refere-se frequentemente aos argumentos dialéticos e ao que ele denomina de *erga*, *hyparchonta* e *phenomena* (fatos, dados e fenômenos). Nestes conceitos, ele inclui muito do que chamamos de fatores empíricos, mas, no termo *phenomena*, ele inclui os

fenômenos e o que é aceito, dito ou pensado sobre um assunto, ou as aparências, i.é, como pareciam ser. Por outro lado, todos esses termos parecem se referir à evidência empírica; neles se incluem os dados obtidos em primeira mão por Aristóteles em suas pesquisas. Para ele, a faculdade mais alta que o homem possui é a razão (*nous*), cuja atividade suprema é a contemplação (*theoria*). Essa contemplação inclui a teoria primeira (metafísica e matemática) e a filosofia segunda (*physike*, ou estudo dos objetos naturais que tenham uma capacidade, por si sós, para mudanças ou movimentos; compreende física, química e biologia). Ele descreve e salienta a “vida da razão”, que deve ser iluminada pelos objetivos e métodos. Aristóteles insiste em que a observação das partes externas não é o suficiente e deve ser suplementada pela dissecção, embora não apenas por ela. Portanto, a razão deveria ser apoiada por observação e intervenção.

O método que Aristóteles advoga inclui observação e pesquisa deliberada. O objetivo e a justificativa do estudo das ciências naturais devem ser o de revelar as causas responsáveis pelos fenômenos (**Parts of Animals** 645 a 647). Esse *fisiologer* acreditava que quatro *causas* deveriam ser considerados para se registrar um objeto ou evento qualquer. Deveríamos descrever:

- a. O seu material, ou sua constituição material;
- b. A sua forma, ou seu formato;
- c. A sua causa movente, como, por exemplo, o executor do objeto;
- d. A sua causa final, i.e., o seu objetivo final.

Como concebeu, inicialmente, as causas para todos os seres vivos, Aristóteles as distinguiu dos objetos artificiais, considerando a sua causa final, pois esses são deliberações do artesão e a natureza não delibera, pois não possui consciência nem finalidade. Há apenas a imanência dos objetos vivos e um comportamento regular da natureza, pois a natureza não é aleatória, mas ordenada e regular (LLOYD, 1973, p. 106).

As categorias aristotélicas *Substância*, *Qualidade* e *Privação* podem ter desempenhado um papel importante no surgimento da Ciência Moderna.

Nos seus trabalhos sobre o sistema vascular, os gregos demonstraram sua preocupação em conhecer a natureza desse sistema, seja anatômica ou funcionalmente. Nos sécs. III e IV a.C., já haviam se afastado da visão mística da natureza e procuravam avaliá-la pela observação com racionalizações baseadas em lógica e no que foi, supostamente, observado. Nesse período

do, o desenvolvimento tecnológico grego foi grande, com influência civilizatória do Oriente Próximo e da matemática babilônica, que alavancaram a ciência grega (LLOYD, 1973).

Os gregos apresentaram diversos modos de trabalho em Ciência e de elaborá-la racionalmente. Por exemplo, Alcmeon de Cróton (*circum* séc. V a.C.), o primeiro escritor grego em Medicina, fez experimentos anatômicos (o primeiro a fazê-lo) e foi o primeiro a dissecar o olho (provavelmente humano). Ele concebia o cérebro como sede da consciência e a doença como desbalanceamento das qualidades dos opostos, contribuição puramente racional sobre a doença. Porém, talvez não tenha feito disseções humanas, mas tratado de pessoas seriamente feridas e só dissecado animais. Descobriu que o olho se conectava ao cérebro e que os sentidos estariam de alguma forma conectados ou ligados ao cérebro. Em suas disseções em animais mortos, ele observou que não havia sangue em diversos vasos, o que o levou a imaginar que, mesmo no animal vivo, esses vasos deveriam conter pouco sangue, se sangue houvesse; então ele distingue dois tipos de vasos: as veias, que conteriam sangue, e as artérias, que conteriam apenas pneuma. Outros gregos lidavam com a realidade, enfatizando a parte racional, como a doutrina dos quatro elementos.

A doutrina dos quatro elementos, originária dos círculos médicos da Sicília, de Empédocles (ca. 461 – 430 a.C.), difundiu-se para o continente e para a Ásia Menor, de forma modificada, provavelmente, influenciada pelas ideias de Platão e, certamente, pelas de Aristóteles, tendo se tornado a base física da teoria médica, com certas variações (HARRIS, 1973, PP. 2-11).

O coração seria alimentado por mares de sangue lançados contra ele, pois seria a mente do homem. O sangue (ou pelo menos parte dele) era a *alma* do homem, não o coração. O coração pode ser o primeiro a ser formado, por conter a vida do homem, portanto, também é a sede da inteligência; para a Escola Pneumática, relacionada aos estoicos, a inteligência sediar-se-ia no coração (HARRIS, 1973, p 13).

Segundo Diógenes de Apolônia, o universo seria composto apenas de ar, que penetraria no corpo através do sistema vascular, formando o corpo e a alma. Esse médico e filósofo sistematizou o sistema vascular. Tinha conhecimento de que veias menores correm lateralmente aos ramos maiores, seguindo sob a pele ou mais profundamente, e que podem ser cortadas em caso de dor sob a pele; que as veias começam largas e vão se afinando até cruzarem para o lado oposto, cujo sangue é absorvido pelas carnes, enquanto parte deste sobe. Muitas veias são visíveis a olho nu.

O *pneuma*, identificado com o ar, sobe e desce nos vasos sanguíneos. A quantidade do ar misturado no sangue seria variável com a época: quanto mais ar, mais leve o sangue.

Diógenes (**Sobre a Natureza**) enfatiza o cérebro como local da sensação, todas as partes do corpo que contivessem ar, como as artérias, e talvez o ventrículo esquerdo, fariam parte do órgão de comando, mas o cérebro seria a sede da inteligência e da sensação, que seria o ar passando pelos seus ventrículos (HARRIS, 1973).

Síneses, de Chipre, descreve os vasos sanguíneos iniciando-os na cabeça e colocando um quiasma no tórax, passando da esquerda para a direita e da direita para a esquerda, mas também não menciona o coração.

Já Hipócrates sistematizou e preservou as ideias de seus antecessores, e a maioria de seus trabalhos está no tratado **Corpo Hipocrático**. Esse tratado, provavelmente, foi escrito por diversos autores, médicos experimentados, com teorias diferenciadas sobre a constituição do corpo humano e o tratamento da doença, inadequadas para os padrões modernos, mas baseadas em observações factuais com deduções a partir dessas observações, não em superstições ou teorias populares tradicionais, o que levou à fundação de uma Medicina mais racional do que científica (HARRIS, 1973, pp. 29-30).

Os trabalhos fisiológicos relacionados à circulação podem ser inseridos em duas grandes classes: a. daqueles que consideravam a cabeça como a sede da inteligência; b. daqueles que consideravam o coração como a sede da inteligência (HARRIS, 1973, p. 33). Na fisiologia humana da segunda metade do séc. V a.C., não há formas de mensuração, nem noções elementares de Física, nem de Química. O comportamento analítico é influenciado por agenciamento pessoal, pelas qualidades sensoriais e pelas qualidades das técnicas de então, ainda simples. Desse modo, é dada importância à forma ou ao formato e às qualidades percebidas pelo toque (calor, frio, secura) (HARRIS, 1973).

A mentalidade grega era tipificada pela paixão, pela explicação e pela impaciência na generalização, muitas vezes, com evidências insatisfatórias e base insuficiente. Os milesianos procuravam interpretar as mudanças físicas a partir de uma única substância. Uma alternativa, a de que os átomos existiriam no vazio, sugerida por Leucipo e Demócrito, entre outros, levaria a dificuldades metafísicas e à falta de evidências: o átomo seria muito pequeno para a visualização, o que levou Parmênides e os Eleáticos a considerarem o bom senso em termos dos quatro elementos, que, na vida prática, são bem conhecidos: terra, fogo, ar e água, que originariam as quatro qualidades primárias dos médicos entre os sécs. V e IV a.C., assim como governariam o funcionamento do corpo humano (HARRIS, 1973). A experimentação entre eles estaria mais vinculada ao conhecimento espontâneo adquirido ao longo da vida e de

forma empírica, porém não aprofundada ou aprimorada, sem maiores experimentos. Eles eram mais racionalistas e especuladores do que empiristas.

Anatomicamente, os gregos, já no séc. V a.C., conheciam, minuciosamente, a parte externa do corpo; o treinamento dos atletas levou a um *insight* em relação ao trabalho do corpo, das articulações, do esqueleto e dos vasos sanguíneos traçáveis a olho nu, externamente, principalmente das veias. O treinador também aprendia com o “cortador de ossos”, o que também gerou conhecimento para os médicos. A partir desse período, tal familiaridade com a forma externa dos principais órgãos do corpo, quer pela ação do açougueiro, quer por esse treinamento, permitiu elaborar dedutivamente uma estruturação elementar para a parte interna em seres humanos.

Diócles foi o primeiro a escrever sobre anatomia, i.e, sobre dissecação. A dissecação animal não era incomum no início do séc. IV a.C. Foi o acúmulo dessas dissecações em animais, a partir do séc. III a.C., que permitiu grandes descobertas. Antes do final do Séc. V a.C., o conhecimento dos órgãos internos provinha da cozinha e do pátio do açougueiro. Isso permitiu o auxílio à beira da cama dos pacientes. A cirurgia requer conhecimento de anatomia topográfica. Os antigos tinham uma boa noção anatômica, mas sobre o coração, o seu conhecimento era limitado, com pouca distinção entre artérias e veias. As funções do sistema nervoso seriam realizadas pelo sistema circulatório até a descoberta do sistema nervoso pelos alexandrinos. Seria nas veias que se distribuiria a força de ação. Para Empédocles, os canos que sugam o ar são estreitos demais para o sangue passar por suas terminações, mas contínuos aos vasos sanguíneos, que poderiam terminar em capilares que se abririam para os poros da pele, e poro é sinônimo de canal.

Nas veias que seguem para o cérebro, centro hierárquico dos vasos, corre a maioria do *pneuma*; elas são os nossos canais de inspiração: puxam o ar e o canalizam para o restante do corpo, resfriam-no e o enviam para fora. O *pneuma* flui incessantemente para cima e para baixo.

Há concepções de veias intercomunicando-se onde hoje consideramos o coração, com veias passando da cabeça para o pescoço, e um par (as artérias temporais) sendo responsável pelo pulso. A noção de circulação foi negligenciada pelos *æconomistas animais*, como Aristóteles, pois eles se concentravam em outro problema: se o coração seria o centro do sistema vascular; a intuição da circulação foi abandonada por falta de evidências concretas (LITTRÉ, i.228 in HARRIS, 1973, pp. 47 - 48).

Diversos tratados consideram o coração como o centro do sistema vascular. Os antigos gregos sabiam que as veias percorriam o corpo, havendo ramificações por todo o corpo, formando um circuito, ou *círculo*. Todas elas se ramificam a partir de uma única veia (**De Natura Ossum**, 11). Talvez os tratados se referissem à intercomunicabilidade dos vasos sanguíneos. O coração não é nem mencionado.

As descrições gregas, em geral, são muito vagas, pois provêm de uma época em que as artérias e veias não eram distinguidas, mas todo o sistema corria com vasos aproximadamente paralelos. Tanto que o termo grego *arteria* aplicava-se à *traqueia* e aos vasos denominados atualmente de artérias, mas não às veias (HARRIS, 1973). A falta desta distinção pode ter permitido que se mantivesse a concepção da existência de *pneuma* ou ar nas artérias, ou vice-versa.

Há uma conexão de circularidade para certos vasos sanguíneos que correm uns para os outros, mas os cirurgiões hipocráticos acreditavam que, quando uma veia fosse cortada, o sangue proviria de ambas as direções. Se havia uma ideia de movimento circular e um bom conhecimento anatômico entre os gregos, então, a circulação estaria descoberta. Mas havia quatro problemas: a hipótese errônea da circulação de *pneuma*, o fraco empirismo entre os gregos, o alto grau de especulação entre eles, e, talvez, em menor grau, problemas técnicos para a realização de cirurgias experimentais (HARRIS, 1973). Também percebemos diversos problemas conceituais, como ventrículos acoplados aos vasos, alocados ou não no cérebro, e o que é o coração, entre outros.

O tratado **Sobre as Doenças** afirma que o coração é o ponto central dos vasos, uma doutrina elaborada por Aristóteles, que considera o coração como um chafariz de sangue (HARRIS, 1973).

O único tratado que realmente menciona o coração e também o descreve anatomicamente bem – tão bem que é evidente que se baseia em dissecções do corpo humano e não do de animais – é **Sobre o Coração (De Corde)**, que é aceito por Galeno, que trabalhava em combinações de teorias cardiocêntricas e na inauguração de estudos anatômicos. Esse texto explica, pelo menos, duas valvas cardíacas: as que fecham a aorta e a veia pulmonar. Há uma descrição da forma e da cor do coração, como sendo um músculo muito forte devido à grossura de sua textura (HIPÓCRATES. **De Corde**, 4), opondo-se à Galeno, que negava que o coração fosse um músculo. O fluido pericárdico permitiria ao coração pular com força em segurança e evitar o superaquecimento. O sangue absorveria esse líquido, como foi

demonstrado pelo experimento de fornecer água colorida a um animal cujo pescoço foi cortado imediatamente após a ingestão; percebe-se que parte da água colorida foi absorvida pela traqueia (**De Corde**, 2). A pouca água que segue para os pulmões mantém a traqueia lubrificada e segue um pouco para o pericárdio. O coração apresenta duas paredes grossas, com batimento visível do lado esquerdo. O coração, aqui, deve ser entendido como ventrículos, com suas orelhas (ou aurículas, atualmente átrios) sobre ele; essas orelhas são corpos cavernosos, assentando-se sobre os ventrículos próximos ao desdobramento das veias; através dessas, as aurículas recebem e enviam o seu ar. O autor demonstrou isso inserindo foles nas aurículas, as quais, sob pressão, estourariam. As valvas são descritas como duas bocas dos ventrículos visíveis apenas com o corte das aurículas e do topo do coração; elas seriam membranas, como teias de aranha que se estendem através dele, unindo as bocas em todas as direções. Os ventrículos seriam como chafarizes de onde correm rios que irrigam o corpo e que levam a vida ao homem (**De Corde**, 10). Essa teoria se baseia no embalsamamento, uma prática comum no Egito, onde a dissecação humana se tornou regular sob os Ptolomeus.

A menção ao ventrículo esquerdo vazio no **De Corde** é um dado experimental: quando cortamos a garganta de um animal, deixando-o morrer e, então, abrimos o seu ventrículo esquerdo, esse ventrículo estará praticamente vazio. Mas o ventrículo direito e a artéria (a aorta) estarão cheios de sangue. Desse modo, o autor relaciona o ventrículo esquerdo com ar, como assento da alma, da inteligência e do calor inato. Todo e qualquer alimento de que o ventrículo esquerdo necessite deve derivar-se do sangue por destilação produtora de uma “super essência” drenada do sangue próximo (HARRIS, 1973). Os antigos cirurgiões gregos já haviam percebido as artérias vazias nos corpos dos mortos e, provavelmente, isso estaria na raiz da distinção entre *veias* e *veias-com-sangue-fluindo* em Alcmeon (HARRIS, 1973, p. 93).

O autor afirma que entra sangue, e não ar, no ventrículo direito, mas não sabe como poderia haver a inserção de ar nesse ventrículo. O ventrículo direito tem uma aorta que segue para o pulmão pela valva semilunar; desse modo, o autor tornou a valva algo insuficiente e assumiu um tráfego de mão dupla: sangue de um lado e ar pela artéria pulmonar.

Antes de 300 a.C., os gregos já haviam descoberto que o coração tinha quatro câmaras (duas seriam os processos terminais dos vasos sanguíneos – um da veia pulmonar e outro da *veia oca*); que havia dois troncos principais de vasos provenientes do coração, um de cada lado, dos quais todos os vasos do corpo se derivariam, exceto o dos pulmões; que esses troncos

tinham aparência diferenciada; que todos os vasos se derivariam de um ou de outro, exceto os pulmonares; que eles corriam para cima e para baixo e apresentariam bifurcações acima e abaixo do coração. Sua descrição não era acurada, por eles terem trabalhado em animais e sem quaisquer instrumentos especializados, salvo aqueles voltados para metalurgia, joalheria e ornamentação. Os gregos do séc. IV a.C. haviam chegado a um quadro praticamente correto dos principais órgãos do sistema vascular, mas seus erros são colossais para os padrões modernos. Por exemplo, não conheciam a sua conexão com a medula espinhal, embora, provavelmente, Alcmeon já houvesse visto algumas dessas conexões e suposto outras. As funções do cérebro seriam realizadas pelo sistema vascular. O conhecimento anatômico desse período baseava-se mais na dissecação animal do que na dissecação de cadáveres humanos (VON TÖBLY *in* NEUBURGER & PAGEL, 1902, ii. 175; HARRIS, 1973, p. 102). As dissecações humanas baseavam-se principalmente em cadáveres abandonados na estrada ou em cadáveres de criminosos (FUCHS, R. **Die Heilkunde in den hippokratischen Schriften**. *In* HARRIS, 1973, p. 102.). Não havia dissecações sistemáticas, mas cirurgiões eminentes sempre se disponibilizavam a ir aonde fosse quando tinham a oportunidade de dissecar corpos humanos. O conhecimento anatômico perfeito estava longe de ser a base da medicina grega (HARRIS, 1973, pp. 102-103).

Praxágoras de Cós distinguia as artérias das veias como sistemas separados e defendia a teoria de que as artérias não continham sangue, mas apenas *pneuma*. Praxágoras reconhece dois vasos principais que emergem do coração: a artéria e a *veia oca*. Aristóteles não reconhecia o termo *artéria* como um vaso sanguíneo; ele utilizava o termo *aorta*, um sinônimo para *artéria* ou *traqueia*. Praxágoras foi o primeiro a reconhecer uma distinção clara entre os vasos sanguíneos. Para Harris (1973, p. 109), a doutrina grega das artérias cheias de ar foi um erro trágico na história da Medicina, pois bloqueou a descoberta da circulação.

O termo γέῦρν (*tendão*) significava tendão, nervos, músculos e ligamentos. Para Galeno, os nervos terminavam em tendões. As funções do sistema nervoso seriam realizadas pelo sistema circulatório até a descoberta do sistema nervoso pelos alexandrinos. Segundo Alcmeon, as artérias seriam semelhantes a cartilagens, assim como seriam os vasos com pouco sangue e muito *pneuma*. Para diversos autores gregos, as artérias compreendiam a traqueia e, ao menos, algumas veias. As distinções entre veias e artérias seriam posteriores a Praxágoras. Herófilo provavelmente foi o descobridor do Sistema Nervoso e contribuiu para que os gregos obtivessem maior conhecimento, principalmente em relação ao sexo. Herófilo foi o primeiro a

estabelecer definitivamente a distinção entre artérias e veias; ele chamou a atenção para o fato de as túnicas ou envoltórios das artérias serem mais grossas que o das veias. Para muitos autores, as veias iniciar-se-iam no fígado e seguiriam para o coração. Posteriormente, ficou comprovado que as veias apresentam extensões das túnicas como um cone de modo que os fluidos sejam unidirecionados.

Praxágoras pode ter sido o primeiro a observar a expansão das artérias durante o pulso, considerando-o como algo provocado pela depleção das bolhas ocorrentes nas artérias. Mas realmente, por Praxágoras considerar que os vasos, em se afunilando, terminam em nervos, não poderia haver tal transferência – a não ser que o conceito de nervo correspondesse ao conceito atual de capilar. Provavelmente a descoberta dos vasos sanguíneos ocorreu em cadáveres sob dissecação antes mesmo de qualquer distinção entre os tipos de vasos sanguíneos, embora externamente muitos sejam visíveis a olho nu. Também devemos considerar que artérias e nervos não são tão inteligíveis para uma anatomia funcional primitiva.

Platão considerou a alma como funcionalmente tripartida: a *racional* (na cabeça), a *espirituada* (no tórax) e a *apetitiva* (na barriga). O coração, sede das emoções, separa a parte mortal, na barriga, da imortal, na cabeça (HARRIS, 1973, pp. 116-117).

Aristóteles modificou essa visão tornando-a biológica, com funções vegetal, animal e racional. Isso serviu como modelo para o arranjo posterior de Galeno, reinterpretado como implicando na existência de três tipos de espírito: o natural, o animal e o psíquico (TEMKIM, O. On Galen's pneumatology. *Gesnerus* 8: 180 – 189. 1951, in HARRIS, 1973, p. 118).

Em Aristóteles, o coração é a sede da consciência, provavelmente devido a todos os vasos sanguíneos surgirem dele. Novamente aqui há uma distinção muito pequena entre artérias e veias, mas já há alguma diferença entre a aorta e a *grande veia*. Aristóteles realizou disseções em animais. Ele registrou que o coração tem mais do que uma câmara e dois troncos principais de vasos sanguíneos de onde todos os vasos sanguíneos se ramificam. Os vasos sanguíneos isolados não retinham o seu sangue devido ao fato de o calor proveniente do coração manter o sangue líquido (**De partibus Animalium** 29 654<sup>a</sup>32-<sup>b</sup>13, in HARRIS, 1973, pp. 121 - 122). Aristóteles concebe o sistema de vasos sanguíneos como uma árvore de tronco duplo, vasos esses que se ramificam a partir de uma única raiz em comum, o coração (**De Historia Animalium** 3.3, 513<sup>a</sup> 16 – 22 in HARRIS, 1973, p. 122).

Para Aristóteles, o sangue e os vasos sanguíneos, como substâncias naturais, dão a impressão de serem fundamentais, e, portanto, seriam claramente um primeiro princípio. Nos animais mortos, a natureza dos vasos sanguíneos mais importantes não pôde ser descoberta devido a todos eles colabarem imediatamente após o sangue sair deles de uma vez, como se saíssem de um vaso, já que nenhuma parte do corpo possui algo como sangue solto. Em animais vivos, seria impossível averiguar a sua natureza, pois os vasos são internos. Portanto aqueles que inspecionavam animais dissecados falhavam em observar as fontes principais dos vasos sanguíneos. E aqueles que examinassem pacientes demasiadamente emaciados conseguiriam delinear “as fontes dos vasos sanguíneos a partir do que poderia ser observado externamente” (ARISTÓTELES, 1965 *in* HARRIS, p. 163).

O fato de o ventrículo direito ser maior do que o esquerdo em Aristóteles pode dever-se ao seu método de dissecação, a morte por estrangulamento após um longo tempo em jejum, o que deixa a aurícula e o ventrículo direitos cheios de sangue e o lado esquerdo vazio; o experimento que demonstrou esse fato só ocorreu no Séc. XX (A. PLATT. **Aristotle on the heart** *in* SINGER, C. **Studies in the History and Method of Science**. Oxford. 1921, p. 523 *apud* HARRIS, 1973, pp. 126). No coração, há duas artérias, sendo que uma delas cobre boa parte de sua área, a partir do qual sai uma veia que se ramifica no pulmão com o revestimento igual ao de uma artéria (GALENO. **De Venæ et Artēriæ Dissectum** 9, K.ii. 817 *in* HARRIS, 1973, p. 126).

Pela forma como Aristóteles matava por sufocamento, utilizando, inclusive, clorofórmio na dissecação, observamos que as veias cavas inferior e superior, a aurícula direita e a veia inominada são distendidas pelo sangue; elas parecem formar uma coluna à qual o coração se prende como um apêndice. Tal coluna, que tem uma “veia acima” e uma “veia abaixo”, prende-se a ele por conexões, como uma aurícula. Um animal sufocado tem um ventrículo direito muito aumentado, pois ele está ligado à veia dilatada, a aorta. E ele pode ficar maior do que o ventrículo esquerdo, fino e colabado por se conectar ao pulmão por πόρσι (poros?)(HUXLEY, 1880 *in* HARRIS, 1973, p. 127). Aristóteles informa que todos os ventrículos do coração continham sangue (HARRIS, 1973, pp. 131 - 132). Pela distinção entre veias e artérias, provavelmente, surgiu o ponto de vista de que as veias se espalhariam a partir do fígado e as artérias a partir do coração. Uma tradição posterior a Aristóteles considerou as aurículas como parte dos vasos sanguíneos e os processos terminais dessas aurículas como parte do coração (HARRIS, 1973, p. 127).

Embora as suas descrições possam não estar corretas, ele fez um grande progresso em relação aos seus predecessores, inclusive “fundando” a Anatomia Comparada. A sua concepção era essencialmente teleológica: a natureza não faria nada supérfluo ou sem objetivo (ARISTÓTELES. **De Partibus Animalium** 4.11, 691<sup>b</sup> 4). Como há dois vasos sanguíneos principais, as suas fontes deveriam estar separadas; portanto, haveria dois tipos principais de sangue. No entanto, há apenas um tipo de sangue, embora com qualidades variando nas diferentes partes do corpo. Portanto deveria haver apenas uma fonte original, o ventrículo mediano (ARISTÓTELES. **De Partibus Animalium** 3.4, 666<sup>b</sup> 23-33). Tal argumento teleológico é apoiado por outro: a posição do coração está no lugar do soberano, i.e: no centro. É importante ressaltar, que muito tempo depois, William Harvey utilizou as mesmas comparações no seu tratado sobre a anatomia funcional do sistema circulatório.

Tal argumentação metafísica transcendente inspirou-se no fato de o coração (já com sangue) ser o primeiro órgão a se formar no embrião e ser o único órgão com o seu próprio suprimento sanguíneo. Eventualmente, Aristóteles tratava o coração como parte dos vasos sanguíneos e até mesmo o nomina como parte deles (ARISTÓTELES. **De Historia Animalium** 3.3, 513<sup>b</sup> 22 – 5; **De Partibus Animalium** 3.4, 666<sup>a</sup> 20 e 665<sup>b</sup> 16 - 17). Harvey também menciona o fato de o coração ser o primeiro órgão a surgir e o considera o órgão que realmente sustenta a vida, e, apenas quando ele bate, é que a vida acontece.

Aristóteles aceitava a teoria de que o sangue fosse produzido a partir da ingestão de comida e de bebida, ambos sendo consumidos por tecidos e órgãos. Do coração, e apenas dele, o sangue correria para as demais partes do corpo (ARISTÓTELES. **De Partibus Animalium** 3.4, 666<sup>a</sup> 3 - 9), mas não haveria circulação. Aristóteles não distinguia os sistemas arterial e venoso, mas sabia que todos os vasos sanguíneos eram derivados dos dois troncos principais provenientes das diferentes câmaras cardíacas (HARRIS, 1973, p. 136).

O alimento poderia sofrer cocção no estômago e passar para o coração, onde seria transformado em sangue. Talvez uma parte extremamente importante desse processo fosse a pneumatização, que carregaria o sangue com *pneuma* e com movimento, capacitando-o para a manutenção e o crescimento do animal (Introdução do **Geração dos animais**, p. 63, Edição Loeb). A digestão e a transformação dos alimentos ocorreriam devido à força do calor. A quantidade de sangue variaria de acordo com a quantidade de comida ingerida (ARISTÓTELES. **De Partibus Animalium** 2.3, 650<sup>a</sup> 34 - <sup>b</sup>3). A formação das partes de um animal seria realizada pelas veias e pelos canais nas diversas partes a partir do coração, tendo

como pano de fundo o calor inato (ARISTÓTELES. **De Generatione Animalia** 2.3, 743<sup>a</sup> 3 - 19). O sangue só é encontrado no coração e nos vasos sanguíneos (**De Historia Animalium** 3.19, 52b<sup>b</sup> 17 - 27; 521<sup>a</sup> 7 - 10).

Aristóteles procurava verificar o que pretendia que fosse real, ou os fatos, com uma ampla gama de deduções. Muitas vezes ele extrapolava essas deduções provenientes dos fatos. Algumas dessas observações foram experimentais; outras provinham de observações clínicas; diversas delas, até mesmo de feridas e tratamentos em batalhas. Algumas deduções são tipicamente médicas e podem provir de cirurgias ou de ferimentos mais superficiais. Sangue e *pneuma* são entidades reais, tanto quanto o coração e os vasos sanguíneos. Como Aristóteles pode ter chegado a considerar a quantidade variável de sangue entre as pessoas saudáveis ou doentes é questionável. O próprio Aristóteles comenta sobre as suas técnicas de dissecação, assim como sobre as dificuldades em fazê-las. Nos corpos de animais mortos é mais difícil perceber a natureza das *veias* mais importantes, pois elas colabam assim que forem esvaziadas do sangue. Tais vasos tornam-se visíveis nos animais degolados após um jejum prévio (**De Historia Animalium** 3.2, 511<sup>b</sup> 10 - 23). Portanto, Aristóteles já realizava a experimentação e não praticava a observação pura. Ele acreditava na razão, mas baseada em algum tipo de experiência, principalmente visual.

A visão aristotélica presume haver uma fonte ou chafariz, de onde o sangue é enviado, disperso e totalmente assimilado, sem restar praticamente nenhum produto. Desse modo, é necessário que haja sempre uma renovação desse sangue, o que é realizado pela digestão e pela cocção do alimento. Portanto, há uma necessidade constante de renovação do sangue, de circulação do *pneuma*, de ar e de uma alimentação constante pelo indivíduo para que ele se conserve vivo. Se faltar alimento para o corpo, este se enfraquece (**De Historia Animalium** 3.4, 515<sup>a</sup> 14 - 515<sup>b</sup> 1). Não há a noção de renovação do sangue por si mesmo, por seu movimento contínuo, por todo o organismo, em uma única direção como em anel: o sangue pode voltar ao seu início, mas ele é diferente, sendo revigorado e reestruturado em suas partes menores. Aristóteles não possui uma visão de possibilidade de haver vasos ainda menores, os capilares, nem visão atomística, que propiciaria uma visão mais química do sangue. Ele percebia alguma diferença entre veias e artérias, mas a sua visão era de um contínuismo desde a traqueia até os tendões, passando pelos vasos. Essa continuidade permitiria levar o ar-pneuma do exterior até os vasos e órgãos. Essa visão pode ter impedido a descoberta da circulação pelos gregos, assim como explica os erros anatômicos de Aristóteles. Suas

concepções de matéria homogênea e heterogênea também parecem tê-lo induzido a erro: a carne poderia ser concebida como algo homogêneo. Aristóteles falhou em conceber uma circulação rotatória, em anel, e “adequou”, não intencionalmente, os fatos à sua visão. Embora ele fizesse experimentos, o seu método de dissecação envolvendo jejum, desidratação e garroteamento o levou a essas conclusões pelo alargamento dos vasos pré-ventriculares. Ele não deixou de levantar hipóteses e de fazer experimentos, inclusive, fazendo comparações com outros vertebrados na sua procura por dados que apoiassem ou refutassem as suas hipóteses. O modo como ele considerou os vasos, terminando em carne, seria uma forma inteligente de considerar a terminação dos vasos sem imaginar vasos microscópicos e sem considerar um circuito circular.

Aristóteles considerou o coração como um músculo que, como tal, possuía a função de mover ou de ser movido. A expansão contínua do líquido no coração devido à alimentação sob influência do calor produz o batimento cardíaco, pois o líquido expandido eleva-se até a parede mais afastada do coração continuamente. O líquido flui continuamente para o coração. Todas as veias pulsam, pois estão conectadas ao coração; portanto, estão sempre em movimento (**De Respiratione** 19, 479<sup>b</sup> 26 – 480<sup>a</sup> 13).

Em Aristóteles, então, o coração seria o órgão central, principal (**Parva Naturalia**, pp. 39 e seguintes, Loeb Series). Para ele, a primazia do coração pareceria uma dedução lógica a partir dos fatos observados, apoiando-se na evidência dos sentidos. O coração pode ser observado no embrião antes que qualquer outra parte (**De Partibus Animalium** 3.4, 666<sup>a</sup> 19 – 22) e é visível quando totalmente formado nos animais com sangue ou, a partir de três dias, nos ovos (**De Partibus Animalium** 3.4, 665<sup>a</sup> 33 – 665<sup>b</sup> 2).

Próximo ao séc. III a.C., em Alexandria, a dissecação humana era permitida como parte regular do treinamento médico, talvez devido à proximidade com as antigas práticas de embalsamamento e mumificação (HARRIS, 1973, p. 177), o que permitiu o desenvolvimento da anatomia.

Não há evidências da prática de vivisseção fora de Alexandria (HARRIS, 1973, p. 178; J.F. DOBSON. Erophilus of Alexandria. **Proceedings of the Royal Society of Medicine** 18: 19ss. 1925).

Ao menos desde a época de Praxágoras, os vasos que emergem do ventrículo direito parecem ter sido denominados *veias*, e os que surgem no esquerdo, de *artérias*. Herófilo

nominou a atual artéria pulmonar de *artéria semelhante à veia* (GALENO. **De usu partium corporis humani** vi.10, K.iii.445), e também observou que, em um cadáver, as veias esvaziadas colabam, mas não as artérias (**De Differentis Pulsuum** iv. 10, K.viii.747). Para ele, a natureza não faria nada em vão, então, cada tipo de vaso deveria ter um único objetivo, uma única função: um carrearia sangue, o outro, *pneuma*. O pulso seria gerado pelas próprias artérias. Herófilo conhecia as valvas do coração, tendo dissecado corações e utilizado o termo *tendão* para as bordas das membranas das bocas do coração, para as *chordae tendinae*, ou para os músculos papilares (GALENO. **De Dogma Hippocratis et Platonis** i.10, K.v.206).

Herófilo simplesmente nem levava em consideração a origem da veia, se no fígado ou no coração, mas repudiava as artérias por conterem apenas *pneuma* (GALENO. **De Sanguine in Arteriis** 8, K.iv. 731); essas não apenas distribuiriam o *pneuma* com o fluxo sanguíneo, mas também nutrientes - e até mais do que nas veias (ANONYMUS LONDINENSIS xxviii, J.110 in HARRIS, 1973, p. 180). Herófilo discordava disso por imaginar que as artérias levassem uma quantidade maior de alimento devido à sua força de pulsação, embora ambos os vasos tivessem o mesmo grau de absorção. É a pressão extra da pulsação que provoca a cessão de nutrientes (ANONYMUS LONDINENSIS xxviii, J.110 in HARRIS, 1973, p. 180). Para Herófilo, Praxágoras e Diócles, o *pneuma* não seria propelido tanto pelo coração, mas sim, atraído para as artérias a partir de todas as direções devido à sua expansão no pulso. Erasístrato foi o primeiro a considerar o coração como uma bomba, principalmente o ventrículo esquerdo, este como uma bomba de ar, por emitir em cada sístole um sopro de *pneuma* para a aorta e para as artérias, nenhuma das quais normalmente conteriam sangue (CÆLIUS AURELIANUS. **De Morbus Chronicus** ii.I). Praxágoras, provavelmente, foi o primeiro médico grego a restringir a pulsação às artérias em oposição às veias (STECKER, F. **The fragments of Praxagoras of Cos and his School**. Leiden. 1958. Pág. 22 in HARRIS, 1973, p. 182) e a considerar que a força de pulsação das artérias fosse bastante independente do coração, apesar deste também possuir tal força (GALENO. **De Differentis Pulsuum** iv.2, K.viii. 702; **De Hippocratis et Platonis Placitis** Vi.7, K.v.561). Herófilo não aceitava a teoria da pulsação independente das artérias, mas aceitava a força de pulsação do coração (GALENO. **De differentis Pulsuum** iv.2, K.viii. 702f).

Herófilo considerava os intervalos temporais de sístole e diástole. Ele levava em conta os batimentos cardíacos, com a “ascensão” de ritmo durante a diástole e a “queda” como sístole, em intervalos regulares de tempo (GALENO. **Synopsis de pulsibus** 12, K.ix 463f).

Para Herófilo, a febre ocorreria quando o pulso se tornasse mais forte e mais frequente, acompanhado por um grande calor interno. O aumento no pulso poderia implicar em febre. O sintoma seria confiável quando medido por um relógio d'água já aferido (MARKELLINOS, 1907).

A pulsação arterial, em Herófilo, depende da expansão e da contração dos ventrículos. Erasístrato sabia que a expansão das artérias coincidia temporalmente com a contração dos ventrículos e vice-versa (GALENO. **De differentis Pulsuum** iii.2, K.viii 702-703), o que remete à noção de um único vaso contínuo “através do coração”. O erro de Herófilo não permitiu a concepção de circulação.

Herófilo considerava o pulso como sendo a distensão e a contração das paredes do coração e das artérias. Ele considerou a distensão como um processo ativo e a contração como o retorno ao seu estado original (GALENO. **De differentis Pulsuum** iv.10, K.viii 747). É claro que aqui ele se referia a cadáveres nos quais ele, provavelmente, teria realizado experimentos, pois, em seres vivos, o seu funcionamento é o oposto do descrito. Ele se baseou em artérias que não estavam colabadas nos cadáveres e ainda apresentavam um lúmen perceptível. A distensão ou diástole é função da capacidade vital, pois o pulso forte se deve à extensão da capacidade vital nas artérias (*ibid.* iii.2, K.viii 645).

Erasístrato dissecava animais e humanos; ele foi o primeiro a descrever acuradamente as valvas cardíacas (GALENO. **De Usu Pulsuum** vi.5, K.v 166). Ele entendeu como as valvas trabalham, mas considerou os átrios como terminações da veia cava e da veia pulmonar (GALENO. **De Anatomicæ Administratum** Vii.II 180, n.2). Ele considerava o coração como o ponto inicial de todo o sistema vascular (GALENO. **De Hippocratis et Platonis Placitis** Vi.6, K.v.548). Ele inferiu o sistema capilar como formador de conexão entre artérias e veias a partir das divisões sucessivas dos vasos que carreavam sangue e *pneuma*, pois esses capilares eram muito pequenos para serem visíveis (GALENO. **De Venae Sectione** 2, K.xi 153), a não ser pelo olho da razão. Através dos capilares, o sangue é retardado, mas continua dentro do sistema. Para Erasístrato, as batidas cardíacas seriam suficientes para espalhar o *pneuma* por todo o corpo através do sistema arterial (GALENO. **De locis affectis** v.3, K.viii 315 – 316). Na sua teoria, temos o *pneuma* sendo constantemente absorvido da atmosfera e sendo drenado através da garganta e dos brônquios até o coração. Há um contínuo anatômico e funcional entre os sistemas respiratório e circulatório.

Para Galeno, o processo de escape de *pneuma* não é perceptível pelos sentidos, e sempre que as artérias são espetadas por qualquer instrumento ou arma, o sangue logo jorra. Se uma artéria fosse cortada, o *pneuma* sairia por si mesmo, podendo sugar outros elementos do corpo. Se presumirmos a criação de um vácuo e a raridade do *pneuma*, que dilata as cavidades dos músculos e as paredes arteriais, o *pneuma*, para escapar instantaneamente, sairia da artéria perfurada, assim como de todo o sistema arterial; afinal, ele é uma substância contínua. 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). Para Erasístrato, a corrente de *pneuma*, a partir de cada batida cardíaca, seria suficiente para espalhá-lo por todo o corpo através do sistema arterial (GALENO. **De locis affectis** v.3, K.viii 315 – 316). Na sua teoria, temos o *pneuma* sendo constantemente absorvido da atmosfera e sendo drenado através da garganta e dos brônquios até o coração.

A hipótese alternativa de que o *pneuma* seja empurrado pelo coração não torna a teoria mais crível; além do mais, as “bocas” das veias menores, as últimas, estariam fechadas sob condições normais. Se o *pneuma* fosse evacuado, o vaso seria colabado (GALENO. **De Usu Respiratione** 2,K.iv 473).

O coração distribui, continua e fortemente, o *pneuma* para o sistema arterial, o qual termina em arteríolas capilares anastomosadas às vênulas com sangue. O sistema venoso conteria sangue e se iniciaria no coração, não no fígado. O sangue iniciaria a sua sanguificação no fígado, seguiria pela veia hepática para o ventrículo direito, mas entraria apenas o suficiente para alimentar os pulmões (GALENO. **De Naturalibus Facultatibus** ii.i.77). Portanto, a distribuição de nutrientes sanguíneos teria de ser explicada sem relacioná-la ao ventrículo direito como horror ao vácuo (GALENO. **Definitiones** xcix, K.xix.372ss; **De Naturalibus Facultatibus** i.16.K.ii.63f).

O objetivo da respiração seria o de preencher as artérias (GALENO. **De usu respiratione** 1,K.iv 47); portanto, haveria uma conexão próxima entre respiração, batimentos cardíacos e pulso. O *pneuma* seria drenado para o coração durante a diástole através das veias pulmonares, de acordo com a teoria do *horror ao vácuo* (GALENO. **De differentis Pulsuum** iv.2, K.viii 703). Quando a respiração é impedida de circular, os animais são asfixiados devido à incapacidade do coração atrair o *pneuma* do pulmão (GALENO. **De usu respiratione** 2, K.iv 473). Porém o coração continua batendo quando seguramos a respiração. Para superar essa

dificuldade, ficou acertado que o coração gerenciaria a drenagem do *pneuma* oriundo da aorta (GALENO. **De usu respiratione** 2, K.iv 274- 275; 476).

Apesar dos esforços explanatórios de Erasístrato, a mecânica de sua época era insuficiente para os processos fisiológicos. Havia a dificuldade de os médicos gregos concordarem na expansão puramente mecânica dos tubos arteriais a cada sístole do ventrículo esquerdo, por isso efoi admitida a existência de algum espírito vital em outras escolas de medicina grega (GALENO. **De Locis Affectis** v.3, K.viii 226, n.1). Tal força poderia ser suprida pelo ar inalado, ou, então, haver uma ligação direta do pulso com o batimento cardíaco: a expansão das artérias seria devido à pressão do *pneuma* propelido pela sístole do coração (GALENO. **De Usu Pulsuum** 4, K.v 167s).

Após as descobertas de Herófilo e de Erasístrato, houve um declínio no progresso da *Œconomia Animal*, provavelmente, devido à 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. Apenas esqueletos humanos e cadáveres de animais, que serviriam para dissecação e comparação, estavam disponíveis (VERBECKE, G. **L'Evolution de la doctrine du stoicism à S. Augustin**. Paris. 1945, pp. 218-220 in HARRIS, 1973, p. 235). A dissecação só não desapareceu nas grandes escolas médicas do Império Romano, como em Pérgamo e Smyrna. Assim, o aumento no conhecimento anatômico normalmente era incidental e a partir de ferimentos e outros machucados (GALENO[?] **Defitiones Medicæ**, def. xxxiv, K.xix 357 in HARRIS, 1973, p. 235). As Escolas Dogmatista e Racionalista inclinavam-se para a Filosofia Natural e acreditavam ser possível entender os processos internos ao corpo. Portanto, havia a necessidade de intervenção para entendê-los. Anatomia e Fisiologia se conectam diretamente, e o conhecimento sobre ambas é reforçado pela metodologia observacional, empírica e indutiva dos trabalhos zoológicos de Aristóteles. Muitos dos trabalhos anatômico-funcionais entre os gregos, possivelmente, foram influenciados pelos trabalhos biológicos de Aristóteles. Os racionalistas continuaram a lidar com o corpo para entendê-lo e foram ainda além: paralelamente à dissecação, eles praticavam a vivissecação, pois os órgãos modificavam-se após a morte. Este tipo de trabalho conforma-se às ideias de Aristóteles sobre a primazia dos sentidos na investigação científica, os quais são encorajados ao realizarmos a dissecação (FRENCH, 1978).

A noção de que as artérias recebem ar na sístole e o expõem na diástole faria sentido, se estivesse baseada na sístole e na diástole do coração. Porém muitos médicos da Escola

Pneumática acreditavam que as artérias inalariam ar na sístole (GALENO. **De Usu Pulsuum** 4, K.v 162). A razão dada é que os seus partidários observavam que tanto a boca quanto as narinas estreitavam as suas aberturas na inspiração e as alargavam na expiração, fenômeno observado nas pessoas doentes (GALENO. **De Usu Pulsuum** 4, K.v 162-163).

Os pneumatistas sabiam que havia sangue nas artérias e perceberam, como Herófilo, que o pulso estava ligado ao batimento cardíaco e o consideraram como um único movimento, o qual não estaria conectado à transmissão do sangue pelos ventrículos, mas à absorção do ar atmosférico pelos poros, nariz e boca (ORIBASSUS, C.M.G. VI.I. i. 161. **On collected Works in** HARRIS, p. 243). A função principal das artérias seria a de distribuir *pneuma* através de sua pulsação junto com algum sangue refinado e leve (HARRIS, 1973, p. 243).

Entre os pneumatistas, o pulso seria uma contração e uma expansão naturais do coração, das artérias, do cérebro e de suas membranas; ou, alternativamente, o pulso seria como um movimento do coração para dentro e para fora para resfriar o calor inato (GALENO? **Defitiones Medicæ**, def. cx, K.xix 375-376). A expansão é a diástole, que se eleva ou faz elevar a percepção ao toque; a contração das paredes cardíacas e arteriais é a sístole, que não é muito perceptível ao toque e, portanto, inferida logicamente (GALENO? **Defitiones Medicæ**, defs. ccv e ccvi, K.xix 402 - 403). As fontes do movimento são o coração e as artérias, que impulsionam o material em ondas (GALENO? **Defitiones Medicæ**, def. cxi e cxii, K.xix 397 – 378). A definição de força de batimento é mecânica e determinada pela força exercida sobre a parede arterial (GALENO. **De differentis Pulsuum** iv), visão que se reflete ainda hoje em Fisiologia.

Rufus de Éfeso explica o pulso devido ao lançamento de *pneuma* nas artérias pela contração do coração (RUFUS. **Synopsis de Pulsibus** D-R, 221). Essa descrição lembra Erasístrato, por ater-se aos fatos; se o termo *pneuma* fosse substituído por “sangue”, teríamos, então, uma circulação vascular fechada. Rufus salienta a demonstração dos fatos por vivissecção, inclusive o fato de que o coração, quando preenchido – erroneamente por *pneuma* – move-se lateralmente; quando ele se contrai, volta à posição original e produz o pulso (RUFUS. **Synopsis de Pulsibus** D-R, 223).

Sem uma teoria ou conhecimento anterior sobre a circulação, ao abrir a caixa torácica de um animal, é necessário um esforço para entender o sentido do movimento do coração e do sangue, assim como não é tão óbvio compreender como o fluxo de sangue se relaciona com a

contração ou dilatação do coração (AIRD, 2011). Portanto, observamos ou forçamos experimentalmente de forma adequada um fenômeno obtido artificialmente no experimento.

Galeno reduziu o grau de mortandade entre os gladiadores feridos através de métodos inovadores (DERENNE ET AL. 1995), o que demonstra um pensamento analítico e prático. Ele insistia em uma avaliação racional de toda a ciência e de toda a terapêutica médica, uma avaliação baseada em observações cuidadosas, testes de hipóteses através de experimentos e elaboração de uma teoria coerente. Ele descreve as suas observações clínicas e as suas observações experimentais, assim como as avaliações de seus predecessores e de seus críticos, realizando uma síntese do estado de arte da medicina da época como uma fonte para os cientistas além da Renascença (DERENNE ET AL. 1995). Surgem, em Galeno, 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.

Quanto à primeira questão, o sangue é um dos humores e sua constituição poderia ser afetada pelos contrários, quente/frio, seco/úmido. O sangue é essencialmente alimentativo para o corpo, sendo transportado para as diferentes partes do corpo por absorção nos tecidos. O sangue se move, mas não circula. O sangue totalmente pneumatizado é transportado pelo corpo.

O médico percebe quando há uma expansão rítmica das artérias ao tocar o pulso do paciente. Esta expansão poderia ser uma característica das artérias ou do *pneuma*. Assim, é necessário saber quais as teorias pressupostas para julgarmos tais questões. Devemos estar abertos à inspeção da descoberta, rejeitando uma hipótese alternativa. O *pneuma* apresenta um caráter bastante plástico, com forças particulares de acordo com o contexto. Quanto ao fato de o *pneuma* provir do coração, provocar o pulso, faz rejeitarmos essa hipótese. Se a função do pulso fosse a mesma da respiração, haveria uma conexão entre a respiração e o pulso; ambos aumentam quando se faz exercícios. Galeno salienta que ambos estão ligados ao coração, e o coração é mais importante para o pulso do que os pulmões. Portanto, descartamos que os pulmões sejam os 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. Como as artérias estão ligadas entre si e ao coração, a estrutura dos vasos controla a sua atividade e forma o pulso, o que parece bem lógico. Isto explica o como, ou causa material. O porquê, ou

causa final, é a necessidade de nutrientes e de *pneuma* no corpo. Assim Galeno lidou com 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 certo, não gases. Portanto, Galeno lidou com a ideia de falseabilidade, um teste popperiano de teoria científica. Para esta verificação, Galeno realizou dois experimentos:

- a. Uma incisão pequena, com um trauma pequeno, onde fluísse *pneuma*. Seria improvável que o sangue fluísse imediatamente para fora, a não ser que a artéria carregasse sangue.
- b. Um corte moderado ou grande onde o sangue fluísse livremente.

Galeno teria observado um vapor associado a isto; esse vapor deveria ser *pneuma*, o qual coexistiria com o sangue (BOYLAN, 2006).

Galeno fazia dissecções anatômicas, experimentos com animais inteiros e estudos anatômicos clínicos concebidos em termos espantosamente modernos. Muitos deles teriam sido realizados de forma sistemática e levaram a resultados com conclusões, de uma forma geral, corretas. Ele rejeitava muitas das ideias metafísicas existentes na época e aceitava as ideias de uma força dominante do calor inato e da existência de *pneuma*. Ele teria antecipado a relação entre a respiração e a combustão como processos químicos similares (DERENNE, DEBRU, GRASSINO & WHITELAW, 1995).

Galeno escolheu dentre todos os escritores antigos o que ele achou útil para a Medicina, como a alma tripartida de Platão, e de Aristóteles, um senso aguçado de empirismo, como, por exemplo, a utilização hábil e ágil de diversos princípios explanatórios para explicar as observações que poderiam corresponder aos relatos sobre as funções das partes. Todas as partes têm funções e todas as funções estão relacionadas às partes do corpo (eficiência e simplicidade, de origem aristotélica).

Galeno, então, faz uma ligação para uma estrutura mecânica de modo a conectar os órgãos principais aos mecanismos liberadores, baseando-se na dissecção. Como o cordão espinhal parece começar no cérebro, os grandes nervos devem se adequar a governar o pensamento, no cérebro; o meio material é o *pneuma*, psíquico, criado no cérebro e que se comunica com o

resto do corpo através dos nervos. Assim, o *pneuma* natural é criado no coração e distribuído pelo corpo. E pela estrutura venal do fígado, Galeno achou que as veias se iniciassem ali.

Ele teorizou uma noção de atração, onde desenvolveria a ideia do transporte por fluidos: um órgão poderia exercer a força de atração para mover os fluidos e o *pneuma* para onde fosse necessário. Galeno adotou o esquema teórico de quatro humores dos coanos, de onde surge, então, um programa empiricista, visando estabelecer uma teoria de causas subjacentes aos casos individuais, onde os humores descreveriam um sentido diferente da natureza da doença.

Galeno considerava que o sangue fosse produzido pelo fígado, enquanto que o ar, ou *pneuma*, seria absorvido do pulmão para as veias pulmonares e carregado, via artérias, para os tecidos. As artérias também conteriam sangue, que passariam do lado venoso para o septo interventricular através de poros invisíveis. Seria um sistema aberto, com sangue e ar dissipando-se nas terminações das veias e das artérias de acordo com as necessidades do tecido. O sangue nutre os tecidos, que crescem e absorvem esses nutrientes. Essa posição se manteve até William Harvey (AIRD, 2011).

O alexandrino sabia que as artérias continham ao menos algum sangue e que as artérias e o ventrículo esquerdo conteriam sangue sob circunstâncias normais e realizou um experimento para comprová-lo: fez ligaduras em dois lugares em uma artéria e a cortou entre ambas as ligaduras, demonstrando, assim, a existência de sangue nesse tipo de vaso (GALENO. **De Sanguinis in arteriis** 6, K.iv, 724 in HARRIS, 1973).

Para esse médico, como o movimento do coração é involuntário e independe da ação do cérebro, por definição, não seria um músculo. Galeno sabia que a carne do coração seria formada de fibras diferentes daquelas dos músculos. As fibras do coração também têm mais dureza, tônus, tensão, força e resistência do que as demais, devido ao seu funcionamento contínuo e forte (GALENO. **De usu Partium corporis humani** vi.8, K.iii 437s). Ele sabia que as suas fibras se moveriam e gerariam o movimento do coração no tórax de um animal (GALENO. **De usu partium corporis humani** vi.8, K.iii 439). Galeno, e todos os médicos qualificados de então, conheciam as quatro câmaras do coração, mas consideravam que, na realidade, apenas os ventrículos realmente formariam o coração; os átrios seriam, então, as projeções dos vasos que chegam aos ventrículos (**De Usu Partium corporis humani** vi.4, K.iii 420). Eles se inseririam na frente das bocas dos ventrículos; quando os ventrículos se dilatam

durante a diástole, eles se contraem, esvaziam-se, por empurrar o seu conteúdo, enviando-o para o coração (GALENO. **De usu partium corporis humani** vi.15, K.iii 480-481).

Galeno descreveu bem as valvas cardíacas e sabia da continuidade da comunicação dos vasos menores com as veias pulmonares e dos maiores com as artérias do animal (GALENO. **De usu partium corporis humani** vi.7, K.iii 436; **De usu partium** vi.7, K.ii 436).

Este médico e filósofo sabia que as membranas das bocas cardíacas e do coração provinham das próprias bocas e se prendiam externamente ao local de origem dos dois vasos que emergem do coração. As terminações das membranas inclinadas de dentro para fora, que teriam as bordas fixadas diretamente ao coração. Quando essas membranas se voltassem para o coração, as bocas dos vasos se abririam e o coração drenaria o material através de uma passagem ampla. Pela ação do coração, na diástole, as membranas seriam empurradas fazendo com que a boca se abrisse para dentro. Ao mesmo tempo, os vasos seriam empurrados para dentro do coração, lançando livremente o seu conteúdo para os ventrículos. Esse fluxo de material seria constante e ocorreria durante a diástole do coração. E o próprio coração empurraria o material, como as aurículas antes dele, e os vasos que o transmitissem depois. (GALENO. **De usu partium corporis humani** vi.14, K.iii 476ss).

Harris (1973, p. 281) acreditava que seria preferível distinguir pelo pulso os vasos pulmonares. Provavelmente, as melhores formas para a análise do pulso disponíveis na época seriam a avaliação manual do pulso de forma direta, ou o uso do *relógio d'água* ou a vivisseção com verificação dos vasos pulsáteis. A avaliação direta do pulso serviria apenas para uma avaliação inicial dos batimentos; esta avaliação, porém, estaria tão impregnada de “pré-conceitos” e de teorias que impediriam qualquer análise adequada, além de faltarem muitos dados básicos que permitissem tais avaliações. Já no uso do *relógio d'água*, os grandes problemas seriam: a sua imprecisão, o desconhecimento de seu funcionamento e a dificuldade em aferi-lo, tornando-o inadequado para uma avaliação coerente. Quanto à dissecação e à vivisseção, ambas teriam que ser realizadas corretamente, com um delineamento bem feito e corretamente concretizadas.

Galeno aceitava os capilares devido às evidências experimentais indiretas. Aparentemente, ele considerava como capilares as anastomoses e os poros, portanto não eram visíveis (o microscópio é um instrumento do Séc. XVIII). Desse modo, os “capilares” seriam logicamente inferidos e não algo proveniente diretamente de experimentos ou observações.

Os seus capilares forneceriam um esquema teórico para explicar os fatos observados, uma visão instrumentalista que não explicava tudo o que era possível ser observado. Há mais um obstáculo para o entendimento da circulação: uma suposta conexão entre o sistema traqueobrônquico e as veias pulmonares. Uma artéria semelhante à veia, proveniente do ventrículo esquerdo, ramifica-se até a sua exaustão; suas ramificações finais coincidem com as terminações da traqueia (GALENO. **De Naturalibus Facultatibus** ii.4, K.v 228-229), implicando em intercomunicações entre os lobos do coração e a traqueia.

Para Galeno, a circulação fetal está totalmente relacionada à materna. Bastaria um experimento simples como o de amarrar as artérias do cordão umbilical para verificar que o coração e as artérias fetais independem dos da mãe, pois eles não cessam após tal amarração. O coração fetal, batendo separadamente do da mãe, origina a força do movimento placentário, como foi demonstrado pela ligadura ao redor das artérias fetais do umbigo, pois as artérias do embrião continuavam batendo. Mas, se a ligadura ocorresse ao redor das veias umbilicais, as artérias do feto cessariam de pulsar. Há uma independência dos sistemas vasculares da fêmea do feto (GALENO. **De usu partium corporis humanis** vi.21). O experimento galênico de ligar os vasos umbilicais tinha como propósito demonstrar que o sangue proveniente das veias maternas para a veia cava fetal via cordão umbilical conteria *pneuma* (HARRIS, 1973, pp. 279-281; 299-301; 314-315).

Estes experimentos são mais precisos do que os realizados anteriormente em *Œconomia Animal*. Aqui se pode perceber a possibilidade de antecipação das conclusões do experimento realizado pelos irmãos Hunter no séc. XVIII sobre a circulação embrionária (AIRD, 2011; DERENNE *ET AL.* 1995; TOMEY, 2007; SIEGEL, 1962a, 1962b, 1964).

Galeno fez observações detalhadas a partir de fetos em diversas fases de desenvolvimento, inclusive durante o nascimento. Ele simplesmente acompanhou o desenvolvimento fetal em alguns fetos em gestação, assim como indivíduos durante os momentos que ele considerou cruciais. Entretanto, a visão diagramática da circulação fetal em Galeno por Siegel apresenta alguns erros, pois o sangue derivar-se-ia da mãe e seria totalmente consumido na nutrição e no crescimento (HARRIS, 1973, p. 301). Apenas o retorno do sangue estaria errado. Talvez Galeno tenha considerado que realmente o material do sangue fosse totalmente consumido. Não haveria uma necessidade de observar o fluxo sanguíneo fetal de retorno, simplesmente, por, supostamente, não haver nenhum (HARRIS, 1973).

Galeno utilizava argumentos teleológicos para explicar a estrutura e a função do corpo humano. Ele utilizou razão e experiência, baseando-se na lógica formal, para produzir o conhecimento científico, a lógica aristotélica. Por exemplo:

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.

Para Galeno, toda a fisiologia dependeria diretamente da nutrição. Todo alimento se transformaria diretamente em sangue, mas necessitaria de um espírito vital, o *pneuma*. E, assim como para Aristóteles e Hipócrates, o calor corpóreo seria inato e estaria ligado à vida e à alma. Seria um processo alternativo e indispensável para as funções orgânicas, como no caso da geração dos humores.

O coração, para Galeno, seria uma fábrica e uma fornalha, um caldeirão, que proveria o calor, não uma bomba. O conceito de bomba não existia na época; elas se tornaram algo relativamente comum apenas no Séc. XVI.

Em parte de suas asserções, parece haver uma falta de consistência no raciocínio de Galeno, assim como no de muitos de seus antecessores e sucessores, sem maiores justificativas para muitas de suas asserções; sempre poderia haver uma hipótese ou teoria alternativa *ad hoc*, como um vaso de mão dupla, um átrio ou ventrículo que não funcionasse ou que apresentasse mão dupla. Portanto o raciocínio não é científico e é pouco racional. Há falhas lógicas para um raciocínio científico; tais falhas apenas levam a comprovar teorias que soçobriariam com raciocínios mais bem elaborados ou com experimentos. Mesmo apresentando um bom grau de conhecimento anatômico a sua *Œconomia Animal* é inconsistente. Em diversos momentos, aparece um tipo de conhecimento isolado bem elaborado e consistente em si, mas esta consistência se perde quando inserida em uma teoria ou sistema mais amplo. Seus escritos e observações ligam-se fortemente aos seus predecessores (HARRIS, 1973, pp. 301-310). Um sistema baseado em programas observacionais ou experimentais bem conduzidos poderia levar a melhorias nessa teoria ou até mesmo à resolução sobre a questão da movimentação do sangue, desde que fosse possível acreditar em hipóteses alternativas. Alternativamente, esse programa poderia reavaliar a teoria vascular de Galeno em termos de lógicas mais rigorosas, com novas

e melhores proposições ou testando a falibilidade das ideias acima. Galeno realizou experimentos bem feitos, mas, eventualmente, com conclusões erradas talvez devido a especulações, como defende Harris (1973). O próprio Galeno indicou que não conseguiria realizar alguns dos experimentos que outros autores lhe imbuiriam, como cirurgias intrauterinas (HARRIS, 1973, pp. 315 – 317).

A inferência dos poros e orifícios em Galeno é algo extremamente lógico do ponto de vista funcional. Ela reflete uma visão atomística para o corpo humano e Galeno deveria estar fazendo analogias com algum tipo de conduto para água, provavelmente algum tipo de mangueira, ou com algum tipo de máquina, pois autômatos e simulacros eram conhecidos desde o Egito Antigo (PRICE, 1976, p. 59).

Siegel conclui que Galeno estaria convencido de que o fluxo de sangue poderia se sustentar parcialmente pelo fluxo através do septo ventricular, mas algum sangue também deveria passar através da veia pulmonar, o que seria apoiado por alguns de seus experimentos, como pela paralisação do fluxo sanguíneo. Galeno tentou ligar as veias pulmonares, com cuidado, para não colapsar os pulmões, antes que elas entrassem no átrio esquerdo para analisar o que aconteceria após a interrupção na comunicação entre pulmões e coração. Ele não conseguiu ligar as veias na sua passagem pelo hilo, mas, sim, os vasos próximos ao coração (SIEGEL, *American Journal of Cardiology* 10. 1962; SIEGEL, *Galen's System of Physiology*, pp. 55s, ambos *in* HARRIS, 1973, p.315).

A maioria dos conceitos de Galeno e a sua visão, discutidos acima, permaneceram com poucas alterações até a Renascença. A própria concepção de humores continuava sendo utilizada no período shakespeariano (CRUTTWELL, 1951).

Textos parciais de Galeno foram utilizados perto de 1300 d.C. No século seguinte, anatomistas italianos tinham projetos privados de pesquisa. O programa Galeano de pesquisa foi revivido entre o final do Séc. XV e o Séc. XVI na Itália e, posteriormente, no norte da Europa. Andreas Vesalius deixou bem claro no seu livro **De Humani Corporis Fabrica Libre VII** (1543) que utilizou o método Galeano em corpos de animais e de humanos. Nos séculos XVI e XVII, a Anatomia e a pesquisa anatômica eram comuns nas melhores universidades europeias, com mesas de dissecação e instrumentação necessária. Houve melhoras posteriores nas técnicas, como injeção de cera nos vasos, como aparece nas ilustrações de Haller no seu **Deux Mémoires sur les mouvements du sang, et sur les Effets**

**de la Saignée. Fondé sur des Expériences faites sur des Animaux** (Lausanne. Marc Bousquet Comp. 1756), assim como os trabalhos realizados por Harvey.

No período medievo, o corpo torna-se uma metáfora. O corpo nu agora é coberto, e não é mais carnal. Mas os médicos não se desinteressam totalmente pelos experimentos, desde que embasados pela razão. Porém muitos médicos medievos que faziam novas descobertas declaravam que seus remédios originavam-se de Galeno. Há um forte conservadorismo encabeçado pela Igreja (GOFF & TRUONO, 2010, p. 87).

Nesse período, havia poucas faculdades de Medicina, como a de Salerno, e bons médicos, principalmente judeus, incluindo bons cirurgiões. Havia uma cisão entre Medicina e Cirurgia – essa relegada a um plano secundário. O seu progresso nesse período foi muito lento e com retrocessos eventuais. Desse modo, a Medicina medieval tratava essencialmente a alma, que não se reduz ao corpo. Porém a (pouca) experimentação e a racionalização permitem que surjam novas técnicas cirúrgicas, como a trepanação e a ligação das hemorróidas (GOFF & TRUONO, 2010). A Medicina foi tipicamente galênica.

No fim da Idade Média europeia, os cadáveres tornaram-se novamente objetos de estudos anatômicos, isto é, de dissecação. Deveria haver uma proibição desta prática, mas ela não era formal. Na realidade, a proibição referia-se às práticas de cirurgia. Desse modo, as disseções terminaram por perder o seu valor prático. Só a partir do Séc. XIII a sua importância foi reconhecida e devidamente balizada nos novos tratados médicos da época (CORBIN, COURTINE & VAGARELLI, 2008).

Paralelo ao questionamento científico, no período medievo, havia os augúrios, a adivinhação, a assimilação de dogmas e disputas dialéticas. Nos séculos XVI e XVII, havia uma ampla variedade de assuntos ligados ao corpo, fossem eles científicos ou pseudocientíficos, tais como depositar a mão sobre um tumor para curá-lo ou o uso de magnetos para diversos fins. Nesse período transicional, diversos modos de pensar e de agir coexistiam, permeando a interpretação de um mesmo fenômeno de diversas formas. Na Renascença, ocorreu uma separação do que hoje denominamos de Ciência e Pseudociência após a realização de uma síntese de diversos modos de pensar e de agir durante o período medievo. Portanto uma destilação era necessária. Foi recuperada a noção grega da alma como vida-como-ação, que deveria ser acoplada ao Cristianismo, o que culminou na Fisiologia de Descartes (HALL, 1975).

A *Œconomia Animal*, encampada, atualmente, pela Fisiologia Experimental, apresentava-se como algo intermediário entre a visão filosófica naturalística e a visão mecânica, pois utilizava apenas uma física mais elementar. Aqui, o caso não parece ser apenas o de realizar experimentos eventuais, mas o de possuir uma visão protomecânica e racional e uma representação imagética simples, o que não é uma representação para Hacking (2008). Os experimentos são relativamente simples comparados com aqueles existentes a partir da Revolução Científica, devido às técnicas de dissecação e dos materiais existentes, além de modelos imagéticos simples devido à simplicidade dos aparatos tecnológicos existentes e do seu modo de raciocinar. Apesar de muitos aparatos utilizados para dissecação e vivissecação serem pouco adequados, pois se derivavam de aparatos para outras profissões, esses cientistas dessa época também utilizaram a razão. Provavelmente, a sua representação imagética levaria a uma visão mais simples de hipóteses e observações, ainda mais que a racionalização tinha um cunho mais filosófico, como proposições positivas e negativas. As proposições positivas seriam as teses a serem comprovadas, mas aqui já há um experimento como ponto inicial para essas proposições e discussões posteriores. Geralmente, as conclusões provinham de feridas, de dissecações de cadáveres, observações externas dos corpos de atletas, de análises clínicas ou dos açougueiros. Eventualmente, eram realizadas vivissecações – geralmente em animais – e, principalmente após Aristóteles, análises comparativas. A noção de haver ao menos três tipos diferentes de pulso significa que houve diversas observações clínicas e não apenas algumas poucas. Essas observações deveriam resultar da análise de pulsos em pessoas sãs e doentes.

## CAPÍTULO 2. A FISIOLOGIA E A REVOLUÇÃO CIENTÍFICA.

### 2.1. A concepção de Harvey e seu impacto sobre a fisiologia e as ciências biológicas.

William Harvey<sup>3</sup> (1628) se interessava principalmente por dois temas centrais às suas ideias: os modos do movimento do sangue e do coração e a geração (o que fica bem evidenciado nos seus escritos ainda em circulação e pelas referências aos seus trabalhos destruídos) (ver, p.ex. HUTCHINS, 1952, pp. 263-496; PAGET, 1967; WILLIS & GUYTON, 1989). Podemos perceber que Harvey, culto e com muitas leituras, fazia muitas referências a Aristóteles e a Galeno, embora não fosse facilmente influenciável pelas ideias de terceiros. O que realmente lhe interessava eram os fatos, a observação direta, de onde deduzia toda a sua teoria. As ideias de Aristóteles e de Galeno serviram como base para experimentações e discussões.

O seu raciocínio de movimento circular provinha de um extenso percurso experimental a partir das suas dissecções e vivisseções em diversas espécies de animais, principalmente mamíferos, e em diversos espécimes da mesma espécie. Esses experimentos o convenceram de que o sangue só podia retornar ao seu ponto de partida, o coração, de forma sistemática. As suas experiências terminaram por demonstrar que não há vasos fuliginosos nos vasos sanguíneos e que as anastomoses, acaso existissem, seriam um tipo de interligação entre os vasos sanguíneos. Para Harvey, os sistemas estão devidamente canalizados e são contínuos; as interligações possíveis seriam apenas teorizáveis para fechar um circuito de sangue que segue e retorna ao mesmo lugar. O ar teria que penetrar no sangue de alguma forma, se o fizesse. Assim como Galeno, Harvey utilizou a metodologia dos **Analíticos Posteriores** de Aristóteles. No seu livro sobre o movimento do coração, ele procurou estabelecer uma demonstração científica sobre o movimento do coração e a sua influência sobre a circulação do sangue.

Na Introdução do seu tratado sobre o coração, Harvey avaliou a tese galeana da função similar entre pulso e respiração. Deste modo, surge a grande questão experimental de Harvey: haveria realmente alguma relação entre o pulmão e o pulso? Se houvesse, provavelmente haveria *pneuma* e vapores nas artérias; senão, seria necessária uma alternativa – e a entidade mais provável seria o sangue. Ao colocar o braço em banho de água e óleo, o pulso deveria

---

<sup>3</sup> Médico inglês nascido em Folkstone (abril de 1578). Estudou no King's School em Canterbury e no Caius-Convil College em Cambridge, onde obteve o seu Bacharelado em Artes (1597). Estudou Medicina na Universidade de Pádua na mesma época em que, lá, Galileu atingia a fama. Foi aluno de Anatomia do grande Fabricius de Aquapendente. Fez Doutorado em Medicina em Cambridge. Trabalhou no Royal College of Physicians e foi *physician* do Hospital de São Bartolomeu. Entre os seus pacientes, estavam o Rei James I e Francis Bacon. Morreu em Junho de 1657, após um ataque de paralisia (HUTCHINS, 1952).

diminuir devido à dificuldade do ar entrar nas artérias a partir dos poros, o que não ocorreu. Assim, esse anatomista poderia passar para outras análises que comprovassem ou refutassem essa hipótese antes de considerar a hipótese alternativa de haver sangue nos vasos. Harvey fez um experimento com arteriotomia, como Galeno, e demonstrou que, com a sístole dos vasos, só poderia haver sangue e não ar ou vapores se movendo neles. E apenas sai sangue quando essa arteriotomia é realizada.

Harvey, então, passa a lidar com a forte possibilidade de haver sangue fluindo pelo corpo através dos vasos. Para isso, é necessário saber o porquê : Qual a causa do movimento? Qual o caminho que ele percorre? Por que esse caminho específico? Ele prossegue mostrando que o coração e as artérias apresentam os movimentos de contração e de distensão – e é a sua contração que ejeta o sangue, captado durante o seu relaxamento. Harvey avalia as estruturas envolvidas, o volume de sangue circulante e a capacidade das estruturas, e os relaciona funcionalmente. Faz-se necessário que o sangue circule por todo o corpo, inclusive entre o pulmão e o coração. Segue-se novamente a questão causal do movimento: se o sangue jorra com força, alternando-se com o escorrer mais fraco, então o sangue é impulsionado por sístole e diástole cardíacas, não pelas artérias. Deste modo, Harvey pôde identificar a circulação do sangue através dos vasos, sem passar através de supostos poros invisíveis no septo entre os dois lados do coração.

No seu primeiro capítulo, o autor estabelece a necessidade de se realizarem estudos comparativos utilizando vivisseções. Já no conjunto formado pelos capítulos 2, 3 e 4, ele expõe a sua experimentação anatômica sobre os movimentos do coração e dos vasos, assim como a relação entre ambos e a natureza do pulso. Demonstra que o coração é o responsável pelo impulso do sangue por sua contração e distensão.

Nos capítulos 5, 6 e 7, o médico inglês delimita a relação funcional pulmão-corção, um problema antigo que ele conseguiu solucionar através do uso de vivisseções animais e de disseções anatômicas comparadas. Ele desenvolve argumentativamente os processos mecânicos e fisiológicos sobre o circuito pulmão-corção como uma circulação de sangue por vasos. No seu Capítulo 8, a volumetria do sangue é relacionada à estrutura (tamanho e calibre) dos vasos de modo a inferir que o sangue só pode se movimentar em um circuito fechado.

Na unidade formada pelos capítulos 9 e 10, o autor reafirma os seus pressupostos (o sangue é transportado pela ação do coração, há um pulso arterial com fluxo constante de sangue, e o sangue retorna pela veia), obtidos experimentalmente e descritos nos capítulos anteriores, e que fundamentam a circulação. Desse modo, temos um volume constante de sangue

circulando. Há diferença de pressão entre as artérias e veias, o que também comprova a ação cardíaca e a presença de valvas, uma projeção membranosa das veias. No Capítulo 10, Harvey discute as anastomoses entre artérias e veias que permitiriam ao sangue passar de um vaso ao outro e onde descarta a necessidade de considerar a transformação imediata do alimento em sangue para repor o que é consumido pelo corpo. O fluxo de sangue é demonstrado com o uso de bandagens.

Os capítulos 11 e 12 formam um bloco único; tratam da pressão arterial e do retorno do sangue através das veias, vinculando-se ao segundo e terceiro pressupostos do Capítulo 9, utilizando novamente as ligaduras para avaliar o fluxo de sangue. Torna-se evidente o seu fluxo unidirecional, sem retorno e sem vácuo no sentido artéria-veia. O Capítulo 13 apresenta os experimentos e a discussão da circulação de retorno ao coração, a venal, com discussão sobre a importância das valvas para o fluxo unidirecional do sangue. Desse modo, ele se torna praticamente um adendo aos dois capítulos anteriores.

A conclusão final da demonstração da circulação sanguínea ocorre no Capítulo 14. Está evidenciada, por argumentação e demonstração ocular, que há uma movimentação do sangue por todo o corpo em um circuito fechado, a circulação sanguínea, e que o coração é o seu centro hierárquico e funcional.

Os pressupostos de Harvey correspondem às causas movente (a ação do coração), material (coração, artérias, veias, e sangue), formal (um circuito) e à causa final (circulação do sangue), de cunho aristotélico.

Para Harvey (1628), os verdadeiros filósofos anseiam apenas pela verdade e pelo conhecimento. Nunca eles se consideram totalmente informados. Nunca devemos pensar que algo já esteja tão avançado ou completo que não haja mais nada a fazer de forma “engenhosa e industriosa” (HARVEY [1952] 1628, p. 269). É dessa forma que ele inicia a introdução do seu **Tratado Anatômico sobre o Coração**, de 1628. Ele deixa bem claro que a experimentação deve orientar o nosso pensamento sobre os fatos, e não o que os outros considerem fatos; ele é um experimentador, um cientista, e só acredita nos sentidos e nas respostas fornecidas por experimentações adequadas, laboriosas e racionais que permitissem a elaboração de teorias corretas.

Harvey, nesse seu tratado, coloca claramente que há contradições internas entre as teorias dos diferentes autores, assim como contradições entre as diferentes teorias, contradições em relação aos resultados obtidos nas análises anatômicas, fossem funcionais ou fossem estruturais, e contradições entre o senso comum e a lógica. Houve acúmulo de conhecimento,

assim como uma sucessão de erros acumulados, por mais que os diferentes autores procurassem por exatidão, acúrcia e realismo.

Uma teoria existente desde os antigos gregos relaciona os movimentos tóraco-pulmonar de inspiração e expiração aos movimentos de sístole e diástole cardíacos. Esses movimentos cardíacos estão associados aos movimentos de sístole e diástole das artérias, os quais, por sua vez, associam-se à entrada de ar no organismo através dos poros da pele. O *pneuma*-ar é movimentado pelo conjunto de sístoles e diástoles do coração e das artérias. O ar, para ser impulsionado pelo corpo, teria que chegar ao lado esquerdo do coração, o ventrículo esquerdo; portanto, o *pneuma*-ar deveria passar através do septo cardíaco – o que, para Harvey, seria impossível devido à sua grossura e à possibilidade de um caminho “alternativo” já existente e mais plausível, os vasos. As artérias seriam responsáveis pelo transporte do *pneuma* - ar (ou, alternativamente, de substâncias fluídicas mais sutis, os fluidos espirituosos), segundo o pensamento dos antigos gregos, dos medievos e dos renascentistas. O sangue seria um produto do fígado, onde teria havido a “inserção” de fluidos espirituosos e de nutrientes que deveriam circular pelo corpo; do fígado, este sangue espiritualizado seguiria para o coração através das veias, desembocando na aurícula direita através da veia cava. Esse sangue deveria passar para o lado esquerdo, assim como os fluidos fuliginosos, os quais deveriam seguir para os pulmões para serem expelidos.

Harvey reavaliou experimentalmente as colocações de Galeno ainda aceitas na sua época. Para cada uma considerada, possivelmente, como um erro, o médico anglo-saxão elaborava ao menos uma série de experimentos metódicos de forma a permitir apenas duas respostas: a sua hipótese estaria certa ou errada; se estivesse errada, a teoria de Galeno estaria correta.

Harvey avaliou a colocação de Galeno de que a finalidade do pulso seria a mesma da respiração, ainda aceita na época. Segundo essa posição, o pulso arterial e a respiração serviriam para os mesmos fins: as cavidades das artérias pegariam ar durante a diástole; na sístole, elas emitiriam vapores fuliginosos que seguiriam, então, para os poros da carne e da pele, como se poderia entender dos experimentos do próprio Galeno, as artérias contêm sangue e apenas sangue. Mas como?

Os espíritos, sozinhos ou diluídos no sangue que flui pelas artérias quando em expansão (sístole), transformariam calor e/ou ar refrigerante pelo corpo. Há algumas contradições aqui: o ar transportado refrigera e esquento o organismo, assim como é transportado no mesmo instante em que as artérias já estariam infladas e distendidas, o que gera problemas

mecânicos. Afinal, o que seria o *pneuma*? E como seria transportado? Harvey se preocupa com o que realmente seria transportado pelos vasos e impulsionado pelo coração – aliás, esta foi a sua grande questão experimental. As demais questões provavelmente também o incomodavam, mas não tanto quanto a importância do coração e da anatomia funcional mais ampla sobre a circulação sanguínea. Harvey realça alguns erros e aponta como os resultados da prática anatômica poderiam revelar tais erros. A seguir vamos apresentar tópicos que Harvey trata na introdução do seu tratado sobre o coração, de 1628, seguido por discussões de todos os seus capítulos.

Um experimento simples permitiria avaliar os pressupostos de as artérias serem preenchidas com ar na diástole e através de poros: o mergulho do braço em banho de água e óleo. O pulso ficaria mais lento pela impossibilidade do ar entrar e, simultaneamente, haveria uma dilatação imediata dos vasos quando o braço fosse mergulhado. A diástole arterial levaria à inalação de ar; a sístole arterial levaria à exalação de ar e de vapores fuliginosos. Dessa forma, demonstraríamos a impossibilidade das veias eliminarem os vapores fuliginosos ou que os vasos levassem ar ou vapor separadamente do sangue. O pressuposto de que a água e o óleo isolem o ar da artéria levaria à diminuição do pulso; assim como a um descompasso entre o pulso que ocorre nos vasos mais profundos e o pulso dos vasos mais superficiais devido à distância entre eles; no caso de animais de águas mais profundas, o pulso estaria bloqueado no animal inteiro. Um experimento comum entre os anatomistas funcionais da época de Harvey era o de amarrar partes do corpo, principalmente os membros. Desse modo, as partes mais distais ficam entorpecidas e geladas; portanto, as artérias carregam calor e não refrigeração.

Se o coração produzisse ou contivesse espíritos e as artérias os contivessem e transmitissem, não haveria como negar que os pulmões contivessem ou produzissem espíritos e que apenas o sangue estivesse contido nas artérias. Isso levaria às afirmações que subvertem a lógica e a suspeitas quanto ao experimento de Galeno (o de considerar que coração e pulmões possuam as mesmas funções e, simultaneamente, possuam espíritos), à arteriectomia, e aos ferimentos. Nesses casos, poderíamos retirar o sangue em meia hora (HARVEY [1952] 1628, pp. 269-270). Para Harvey, esse experimento provaria que a artéria só tem sangue, e o mesmo tipo de experimento seria possível em veias, de onde novamente só sairia sangue. As repetições desse experimento realizadas em indivíduos vivos mostraram que as artérias e as veias conteriam o mesmo sangue. Portanto o sangue está imbuído de seus “espíritos inseparáveis”, se realmente existirem. O sangue é drenado do coração pela diástole arterial; as artérias são,

então, preenchidas por sangue devido à sua distensão; seria impossível que as artérias fossem preenchidas simultaneamente por ar, pois isso só ocorreria quando estivessem contraídas na diástole. A distensão das artérias, após a sístole, não seria passiva. Mas elas seriam preenchidas como bexigas ou garrafas de couro (HARVEY [1952] 1628, p. 270). Temos aqui uma analogia e uma posição mecânica de interpretação e praticamente similar ao de uma bomba; as bexigas ou garrafas exerceriam uma força por compressão muscular para impulsionar o sangue. Nesse momento, o objetivo fundamental de Harvey é o de destacar a contradição – ou, como ele descreve, “uma subversão da lógica”; assim, se o sangue contido nas artérias estivesse cheio de espíritos (e mais do que aquele nas veias) seria porque ele transportaria estes espíritos para as diversas partes do corpo, sendo conduzido pelas artérias. Surge, então, um problema: quando é que as artérias receberiam esse sangue mais espirituoso a ser distribuído, se o ciclo do pulso visa captar o *pneuma*-ar? Logicamente não poderia ser durante a distensão arterial, pois este é o momento em que o ar é captado. Mas também não pode ser na contração, pois esse é um movimento de ejeção, não de captação ou de preenchimento. Portanto, algo está logicamente incorreto quanto ao funcionamento do sistema circulatório.

A artereotomia e as feridas, para Harvey, demonstrariam que o sangue jorra com força, alternando-se com o escorrer de menor força, relacionadas por Harvey à sístole e à diástole cardíacas, e não às arteriais (HARVEY [1952] 1628, pp. 270-271), o que se opõe à teoria de Galeno, que defendia a existência de contração e de expansão das paredes ou túnicas das artérias, mais grossas. A artereotomia demonstraria que o sangue escaparia em fluxo contínuo e em uma única direção, sem nenhum ar entrando ou saindo.

Uma observação de Harvey é notável: não deveríamos considerar aonde a imposição da grossura das artérias pode levar, pois não há sístole ou diástole arteriais; há animais em que não há diferenças entre as túnicas das veias e as artérias. (HARVEY [1952] 1628, p. 271).

Harvey não podia aceitar o fato de que ambos os ventrículos serem praticamente idênticos, com as mesmas fibras, os mesmos suspensórios, vasos e aurículas e a mesma quantidade de sangue, como foi demonstrado pelas dissecções, e, conseqüentemente, tendo pulsos e movimentos semelhantes, pudessem ser considerados como apresentando usos ou funções diferenciados, isto é, com transporte de *pneuma* ou de sangue. Ambas as estruturas teriam o mesmo tamanho, a mesma forma e a mesma situação; portanto não estariam adaptadas para favorecer ou impedir o movimento do sangue e de espíritos indiferentemente; os vasos que

entram ou saem delas teriam a mesma capacidade. Outra questão em Harvey foi a quantidade de sangue presente nessas estruturas e no corpo responsável pela nutrição dos pulmões, embora possuíssem diferentes capacidades volumétricas. Todas estas questões envolvem a volumetria de fluidos passíveis de passarem pelos vasos e pelo coração de forma contínua; portanto, o sangue seria capaz de fluir por todo um circuito, sem ser bloqueado. Outra questão envolve a proximidade e a continuidade do movimento nos pulmões, o que reduziria a necessidade de adicionar um ventrículo específico para alimentar os pulmões (HARVEY [1952] 1628, p. 271). Essas eram as questões básicas para a realização dos experimentos em Harvey. Tais questões também seriam os silogismos iniciais de Harvey para as suas dissecções e análises experimentais.

Harvey questionou a possibilidade de separação dos espíritos do sangue após a sua mistura, formando o sangue espirituoso, e a retirada dos vapores sem mistura ou confusão. As valvas cúspides mitrais não evitariam o egresso dos vapores fuliginosos para os pulmões e, portanto, não deveriam se opor ao egresso dos vapores fuliginosos. As semilunares seriam incapazes de retardar o regresso dos espíritos da aorta após cada diástole subsequente do coração. A acepção na sua época era de que o sangue espirituoso fosse enviado da artéria para a *arteria venalis*, ou veias pulmonares, e do ventrículo esquerdo para os pulmões, sem qualquer obstáculo à sua passagem após as válvulas mitrais, as quais já haveriam permitido a passagem de ar a partir dos pulmões para o ventrículo esquerdo (HARVEY [1952] 1628, p. 271).

Harvey questiona a exsudação por poros através do septo entre ambos os ventrículos, pois: 1. o septo é muito grosso e denso; só é menos denso do que o osso; 2. as aberturas, se existissem, seriam invisíveis e não explicariam o porquê do fluxo ser unidirecional; 3. os vasos que permitem a comunicação dos ventrículos entre si, *via* pulmão (de tecido esponjoso) facilitariam a veiculação dessas substâncias, pois a natureza não escolheria a passagem mais difícil: ela não faz nada em vão, uma posição teleológica, tipicamente aristotélica; 4. a duplicação de passagens, se houvesse, seria desnecessária. Suas hipóteses, portanto, são bem claras.

Harvey coloca os seus pressupostos, ou hipóteses, ou silogismos iniciais, logo no início de seu tratado. Segundo Henry (1978), tal posição é tipicamente continental, não inglesa. Os ingleses, de uma forma geral, não gostavam de colocar os seus pressupostos no início do texto por acreditarem que isso levaria à demonstração de que o fato se adequaria aos seus pressupostos e à experimentação. Portanto Harvey foi fortemente influenciado pela

Universidade de Pádua, na Itália, um berço universitário da Revolução Científica nas áreas de Anatomia e Anatomia Funcional (HENRY, 1978, pp. 38-39), o que permitiu o surgimento da Fisiologia Experimental.

No Capítulo 1 do seu tratado sobre o coração, Harvey faz comentários genéricos sobre as dificuldades inerentes ao assunto que ele aborda: uma delas é a de realizar vivissecção para descobrir os movimentos do coração, o que é algo árduo e trabalhoso (HARVEY [1952] 1628, p. 273), além de proibida em nações civilizadas, com exceção de alguns locais com indivíduos condenados à morte. Por isso, a grande maioria só dissecava cadáveres, o que limitava o entendimento do funcionamento do organismo vivente. A análise comparativa, como Aristóteles já havia feito anteriormente, foi uma excelente alternativa. Quando Harvey estudava na Universidade de Pádua, estava em andamento o Projeto Aristóteles, que também utilizava os princípios comparativos (HENRY, 1978, p. 39). Harvey conheceu os trabalhos e os métodos de Aristóteles, mencionando-os diversas vezes e utilizando-os em seus experimentos, embora com modificações baseadas no indutivismo baconiano.

Os Capítulos 2, 3 e 4 parecem formar uma única unidade, envolvendo o modo como Harvey fazia experimentos anatômicos para verificar o papel geral do coração e dos vasos sobre a circulação, centrando-se, principalmente, no coração. Nesses capítulos, Harvey busca expor os resultados de suas observações e experimentos sobre os movimentos do coração e sobre o movimento dos vasos, ou para os vasos. Ele também procura estabelecer qual a relação existente entre ambos os tipos de movimento, assim como a natureza do pulso arterial. Essa posição se baseia, principalmente, nos resultados da experimentação por intervenção sobre o funcionamento do corpo dos animais estudados, realizada por Harvey.

Quando o tórax de um animal vivo é aberto e cortado, percebemos o coração pulsando, com um período ativo e um tempo de latência (HARVEY [1952] 1628, p. 271), o que é mais óbvio nos animais de sangue mais frio, tais como anfíbios, répteis, mariscos, camarões e peixes, ou quando os batimentos começam a decair com pausas maiores nos animais de sangue quente. O coração fica duro, ao se contrair e pulsar, elevando-se nos seres humanos até certo ponto. A observação dessa mudança de cor é possível nos animais de sangue frio porque apresentam uma constituição mais delicada: a parede do coração é suficientemente fina para que possamos perceber a presença do sangue (quando quiescente) ou sua ausência (quando contraído). Essa contração é análoga às dos demais músculos do corpo, permitindo que o sangue seja expelido. Harvey percebe uma diferença na coloração do coração devido ao

batimento: quando ele bate (contra o peito e o pulso é sentido externamente por estar totalmente contraído) “fica pálido” e “quando quiescente, com coloração vermelho sangue mais profunda” (HARVEY [1952], 1628, p. 274).

O coração funciona, então, como um músculo e é o responsável pela propulsão do sangue através da sua contração. A languidez do batimento cardíaco permitiu a análise visual desse batimento. Quando o ventrículo é preenchido com sangue, apresenta uma coloração carmesim. Portanto, apenas sangue é propelido. Se o ventrículo for cortado com o coração tenso, o sangue será projetado forçadamente para fora sob cada pulsação (HARVEY [1952] 1628, p. 275) – uma observação importante que também comprova a função do bombeamento do sangue de forma simples e clara. Nessa observação, está implícito outro aspecto importante: o bombeamento é natural, não um artefato de técnica. A tensão do coração e o pulso de seu ápice são simultâneos, com engrossamento de suas paredes e expulsão forçada do sangue com a contração de seus ventrículos. É importante ressaltar uma diferença conceitual de Harvey em relação à função cardíaca: a sua *sístole*, atualmente, é a *diástole*; e a sua *diástole*, a *sístole*. O termo *sístole* significa uma ação energética, um exercício de força; já *diástole* significa relaxamento. Até a época de Harvey, o movimento ativo, a *sístole*, era considerado aquele em que o coração infla, seguindo-se, então, uma *diástole*, um relaxamento muscular em que o coração emurchece. A observação do coração em movimentos lentos permitia que Harvey concluísse que, quando o coração apresentasse um volume aparentemente menor, ele estaria rígido. É nesse momento que o coração dá uma pancada no tórax; esse é um momento de força, a *sístole*. Ao inflar, o coração relaxa, o que corresponde à *diástole*. A contração e a expulsão do sangue ocorreriam devido à contração das fibras do coração – os *nervos* de Aristóteles -, conspícuos nos ventrículos dos grandes animais (HARVEY [1952] 1628, p. 275). O coração já não puxa o sangue para os ventrículos, pois, quando ele age, torna-se tenso e expelle o sangue (HARVEY [1952] 1628, p. 275). Aqui temos observações diretas a partir de vivisseções animais para verificar a ação do coração e dos vasos com análises exploratórias e experimentos posteriores para confirmá-las. A análise comparativa permite uma visão mais universal, isenta e neutra para estabelecermos as diretrizes gerais da circulação e a ação do coração, assim como a sua relação com o corpo como um todo.

A curiosidade de Harvey foi despertada ao verificar problemas nas análises (imperfeição, confusão analítica, inconsistências e excessos de teorização com pouca experimentação mais

adequada) da anatomia cardíaca anterior a ele, o que o fez partir, então, para abordagens observacionais por vivisseção, para explorar e permitir levantar hipóteses iniciais para intervenções experimentais posteriores, uma forma sequencial para analisar, de fato, o que estava ocorrendo.

A análise experimental seria a análise factual que Harvey tanto comentou no início de seu trabalho como algo essencial para comprovar o que realmente estava ocorrendo. Essa análise indutiva visava contrapor-se à mera especulação dedutiva. Uma questão que ressurge é a do coração trabalhar, de certa forma, como uma bomba “simples”; Harvey o comparava a um saco, mas que produziria uma força suficiente para propelir o sangue. A grande dificuldade em avaliarmos a contração e o relaxamento cardíaco envolvidos no batimento demandou paciência, criatividade e avaliações sequenciais que envolveriam análise específica (experimental) e lógica, como a avaliação do batimento do coração próximo à morte, quando os animais fossem vivissecionados, ou, então, por alteração térmica, algo mais facilmente observado nos animais de sangue frio. O seu método expunha a importância da Anatomia Comparada para a análise do funcionamento do coração com o uso de analogias com outros mamíferos e com animais de sangue frio. Dessa maneira, é possível obter uma conceituação abrangente do coração.

No Capítulo 3, Harvey observa que, “quando o coração está em estado de sístole, as artérias estão dilatadas e geram um pulso e estão em estado de diástole” e que, “quando o ventrículo direito contrai e propela a sua carga de sangue, a veia arterial distende-se ao mesmo tempo com as demais artérias do corpo” (HARVEY [1952] 1628, p. 275). Isso reflete que Harvey percebeu a alternância da diástole entre coração e artérias, assim como entre suas sístoles. Portanto pôde deduzir a possibilidade do pulso como consequência dessa alternância, a possibilidade do envio de sangue pelo corpo através dessa pulsação alternada e a proveniência do pulso. Pois a cessação do movimento (pulso) no ventrículo esquerdo leva à cessação do movimento (pulso) nas artérias e a do ventrículo direito leva à cessação do movimento na veia arteriosa. Portanto haveria alguma correlação entre o pulso e o batimento ventricular (HARVEY [1952] 1628, p. 275). O sangue é realmente impulsionado através do corpo devido ao fato de o coração empurrar o sangue. Foi a observação desse bombeamento em peixes que permitiu a Harvey imaginar e, posteriormente, analisar experimentalmente o batimento em mamíferos, visto que apresentam um coração mais complexo. Nesses animais, ele obteve as mesmas respostas que em peixes, o que demonstrava uma maior generalização dos batimentos cardíacos.

O sangue é projetado quando o coração “se torna tenso e contraído” e atinge distâncias na sua sístole cardíaca, quando se contrai e atinge as costelas. Portanto a propulsão só poderia ser uma consequência do batimento cardíaco. Consequentemente, Harvey deduz que “a diástole [arterial] corresponde ao tempo da sístole do coração, e que as artérias são preenchidas e distendidas pelos ventrículos; as artérias, portanto, são distendidas porque são preenchidas como sacos ou bexigas” (HARVEY [1952] 1628, p. 271). A partir dos fatos observados, Harvey conclui, então, que o sangue é realmente propelido pelo coração através da sístole. Assim, há uma alternância de pulsação (sístole/diástole) entre aurículas e ventrículos. Essa visão é mecanicista e funciona como uma filosofia primeira.

Para Harvey, o coração é o principal propelente do sangue; em algumas passagens, ele mostra os pressupostos iniciais de Galeno: as artérias é que seriam as responsáveis pela propulsão do sangue. Mas após diversas análises, ele conclui que a ação é conjunta e oposta. Harvey eliminava as variáveis possíveis e analisava cada parte do sistema de vasos passo a passo, até permitir a conclusão de que é o coração o principal responsável pelo impulso dado para o sangue circular. Na analogia, Harvey compara o coração a um saco ou a uma bexiga. Podemos imaginar que Harvey considerava que o coração funcionava como uma bexiga bombeando o sangue por alguma ação intrínseca, semelhantemente a uma bomba.

Os pulsos das artérias estariam relacionados “aos impulsos do sangue a partir do ventrículo esquerdo”; este ventrículo apresentaria, ao mesmo tempo, uma tensão semelhante a um pulso quando cheio (HARVEY [1952] 1628, p. 276). Quanto maior a tensão maior o pulso do coração: mais cheio e forte ele fica, preservando ritmo, volume e ordem do coração. A dificuldade em percebermos a pulsação dever-se-ia ao fato de que a batida e o movimento ocorrem simultaneamente em ambas as extremidades. O movimento do sangue através das artérias é impelido por compressão; as partes mais remotas das artérias bateriam menos forçadamente, pois o “pulso das artérias não é nada mais do que o impulso ou o choque do sangue nesses vasos” (HARVEY [1952] 1628, p. 276).

A vivissecção cuidadosa mostraria quatro movimentos distintos no espaço - dois, próprios dos ventrículos; e dois, próprios das aurículas-, mas não quanto ao tempo, devido ao fato de as duas aurículas se moverem simultaneamente, precedendo o movimento simultâneo dos ventrículos (HARVEY [1952] 1628, p. 276). Ocorrendo languidez, como quando próximo à morte, há mais pausas entre os batimentos, algo notado, principalmente, nos animais de sangue frio, como nos peixes; é como se o ventrículo sinalizasse para a aurícula pulsar

(HARVEY [1952] 1628, p. 276); também podemos baixar os batimentos cardíacos ao diminuir a temperatura ambiente, o que faz aumentar as pausas entre eles e diminuir sua frequência. Assim, as aurículas, por continuarem a bater por mais tempo do que os ventrículos, sobrevivem a ele; o ventrículo esquerdo é o primeiro que cessa de pulsar; depois, é o direito, o que leva à morte (HARVEY [1952] 1628, p. 277). Os resultados refletem a intervenção experimental feita por Harvey, ao interromper o fluxo de sangue nos vasos que levam ao coração e no próprio coração.

Ao colocarmos um dedo sobre os ventrículos, percebemos que eles continuam a bater, mesmo quando as aurículas ainda se contraem. Esses pulsos são os mesmos que ocorrem nos ventrículos e que se refletem nas artérias como distensão, produzida pelo jato de sangue. Se, então, o ápice do coração for cortado e apenas as aurículas pulsarem, o sangue fluirá para fora após cada contração das aurículas e não pela atração ou dilatação dos ventrículos (HARVEY [1952] 1628, p. 277). Portanto, o sangue é impulsionado, primeiramente, pela aurícula, e, na sequência, pelo ventrículo, gerando o movimento do sangue e o pulso arterial.

Percebemos a procura por uma resposta específica e mecânica em Harvey, assim como a separação do problema em partes menores para fins de análise (método analítico), com um cunho observacional experimental. A formulação de perguntas específicas, gerando observações experimentais, com intervenções, como dissecação e vivisseção, levou-o a respostas específicas e a conclusões específicas. Harvey procurava por uma visão global da circulação, ainda desconhecida, e não adiantaria fazer perguntas ainda mais específicas sem um modelo geral bem estruturado. O que havia antes eram análises mais simples com a possibilidade de muitas outras respostas, e não apenas de um sim ou um não; as análises posteriores, provenientes desses experimentos, com respostas geralmente mais abertas a diversas conclusões, eram lógico-argumentativas, cujos experimentos muitas vezes eram apenas um aspecto inicial e secundário para atingirmos um objetivo. O grande passo que Harvey estava dando era o modo de realizar experimentações a partir de questões mais específicas para chegar a conclusões sem outras possibilidades de respostas do que um sim ou um não. As conclusões provenientes de análises empíricas são específicas, sem grandes margens argumentativas. Aqui está claro e comprovado que o coração é o centro do sistema circulatório, como Aristóteles e tantos outros já haviam percebido, e Harvey o comprova, porém apenas quanto à movimentação do sangue e nada mais. Eventualmente, Harvey elabora

maiores deduções, mas, proporcionalmente, não tanto quanto anteriormente, e todas estão ancoradas nas suas experimentações e conclusões.

Quando Harvey falava de pulsações ocorrendo nas aurículas ou no coração, ele queria dizer contrações das aurículas e, subsequentemente, dos ventrículos. As aurículas ficam esbranquiçadas após a contração, mas tenderiam espontaneamente a serem preenchidas por sangue (HARVEY [1952] 1628, p. 271).

Em animais com apenas um ventrículo e com apenas uma aurícula, essa aurícula se apresentaria como uma “bexiga muito distendida pelo sangue na base do órgão”, na qual podemos percebê-la contraindo-se seguidamente. Harvey, porém, observou, diretamente, que o coração de peixes e de outros animais bate sem aurículas após ser retirado do corpo. Ele também observou que o coração de um pombo voltava a bater quando ele colocava um dedo quente com saliva por pouco tempo sobre o coração. Mesmo após a aurícula direita ter cessado de pulsar (*in articulo mortis*), ocasionalmente, Harvey observava “uma ondulação ou palpitação” no próprio sangue que nela estava contido – isto acontecendo aparentemente, “enquanto estiver imbuído com calor e espírito”. Similarmente, no decurso da geração, durante os primeiros sete dias de incubação da galinha, “uma gota de sangue faz parecer que palpita, como Aristóteles já havia observado” (HARVEY [1952] 1628, p. 277). Após a formação das aurículas e após iniciar-se a pulsação, há “constantes sinais de vida”. Depois é que a parte ventricular seria produzida, “mas continua branca por algum tempo e, aparentemente, sem sangue, como o resto do animal, nem pulsa e nem dá sinais de movimento” (HARVEY [1952] 1628, p. 277). Harvey observou que o mesmo ocorria no feto humano e concluiu que apenas as aurículas, ou o seu correspondente, em peixes e serpentes, são a primeira parte a viver e a última a morrer, não o coração.

Harvey observou que quase todos os animais, independentemente de seu tamanho ou da presença de sangue vermelho, apresentam coração. Sob a lupa, observou até mesmo o coração pulsando na região posterior dos insetos. Nas “tribos exangues”, como os caracóis, o coração pulsa lentamente, como nos animais moribundos; no inverno e nas estações mais frias, eles não mostrariam pulsação (HARVEY [1952] 1628, p. 278).

Nos capítulos 2,3 e 4 deste tratado, Harvey demonstra que é o coração o responsável pelo impulso do sangue através da sístole e da diástole, ambas reconceituadas devido às suas demonstrações experimentais. É a alternância entre o relaxamento cardíaco, que permite o seu

preenchimento por sangue, e a sua contração, que empurra o sangue para os vasos, que permite a sua movimentação através do corpo. A análise nos animais de sangue frio, por sua simplicidade e facilidade de visualização, é que permitiu concluir, por análises mais diretas, que é o coração, ao funcionar como uma bomba impulsionadora de sangue, que promove o movimento do sangue. O pulso é gerado pelo batimento do coração, não pelo sugar do sangue das veias pelos ventrículos, tampouco pelo movimento de artérias. As aurículas também apresentam movimento e impulsionam o sangue para os ventrículos, o que facilita a impulsão do sangue para o corpo pelos ventrículos.

Nos capítulos 5 a 7, Harvey faz uma sinopse dos resultados obtidos nos experimentos relatados nos capítulos anteriores, isto é, caracteriza os movimentos do coração e das artérias e as consequências imediatas desses movimentos como um movimento geral do sangue, enriquecendo-a e qualificando-a com considerações sobre sua presteza e harmonia (Capítulo 5), assim como delimita mais precisamente o grande problema que o “íntimo contato entre o coração e o pulmão” significou para os autores anteriores, o que impediu que percebessem que o coração, ou seja, o seu ventrículo esquerdo, propõe sangue para o corpo, em geral, através das artérias e que esse sangue arterial só pode ser proveniente das veias provenientes do lado direito do coração (Capítulo 5); ele mostra como a Anatomia Comparada permite entender que esse percurso das artérias para as veias é de ocorrência generalizada entre os animais, restando apenas entendermos a passagem pelo pulmão como uma especificidade dos animais superiores, as aves e os mamíferos (Capítulo 6), desenvolve uma série de argumentos, com base em modelos físicos e, depois, fisiológicos, para provar que o pulmão não é, necessariamente, uma barreira à passagem de grandes quantidades de sangue, como resposta à pergunta “É possível?” (Capítulo 7). Foi necessário realizar uma revisão de conhecimentos anatômicos amplamente reconhecidos, especialmente aqueles que já eram do conhecimento de Galeno, para demonstrar – ou, no mínimo, sugerir – que, de fato, o sangue só poderia senão estar passando do lado direito para o lado esquerdo através do pulmão, como resposta – ao menos inicial – à pergunta “É efetivamente isto o que acontece?”. Essa tese era defendida por Realdo Colombo sobre o trânsito coração – pulmões.

O Capítulo 5 inicia-se com um breve parágrafo, enfatizando que as consequências imediatas mais importantes da pulsação são, primeiramente, a impulsão do sangue do ventrículo esquerdo para o corpo, através do Sistema Arterial, e em seguida a projeção do sangue do ventrículo direito para o pulmão, através da artéria pulmonar. Ambos os movimentos,

obviamente, implicam na passagem prévia do sangue da aurícula esquerda para o ventrículo esquerdo e da aurícula direita para o ventrículo direito, isto é, no duplo movimento quanto ao tempo, já descrito no Capítulo 4. Essa sequência de dois movimentos, o da aurícula para o ventrículo e o do ventrículo para o vaso sanguíneo é tão rápida e se repete com tal harmonia que temos a impressão de simultaneidade, como o próprio Harvey salienta. Ele compara essa série de movimentos com a sequência de movimentos posta em ação quando o gatilho de uma arma de fogo é acionado, para que o leitor compreenda melhor o seu modo de movimentação. O gatilho move a pederneira, que golpeia uma peça de metal, produzindo uma centelha que, por sua vez, provoca a ignição da pólvora. Tudo isso resultará na explosão e no arremesso da bala, mas a sequência é tão rápida que nos dá a impressão de simultaneidade. Ele também mostra ao leitor como poderíamos recorrer ao tato e à audição para descrever a rápida sequência de eventos implicada na deglutição de alimentos por um animal, embora, neste caso, o processo não seja tão rápido assim, o que facilita a decomposição de suas etapas sequenciais. O mais importante é que a sequência de eventos – ou seja, de movimentos – parece compor um movimento contínuo (HARVEY, [1952] 1628, pp. 278 – 279).

Todas essas considerações – o sentido da projeção do sangue, a rapidez e a harmonia dos movimentos - podem ser facilmente compreendidos e aceitos, pondera o autor. No entanto, continua ele, permanece a incerteza sobre o assunto e, a seu ver, *a dificuldade deriva dos fatos que demonstram haver uma ligação íntima entre coração e pulmão*. O restante do Capítulo 5 é, então, dedicado a desfazer essa confusão.

Harvey utiliza as opiniões de Galeno como exemplo e síntese dos descaminhos dos autores anteriores, apesar da precisão das informações factuais das quais partiram. Vejamos como essas opiniões são apresentadas. Em sua polêmica contra os escritos de Erasístrato, Galeno concorda com a afirmação do anatomista alexandrino de que o sangue é elaborado inicialmente no fígado, sendo depois transportado para o lado direito do corpo, aonde chega através da veia cava. Ao mesmo tempo, ele afirma que o lado esquerdo do coração é responsável pela elaboração posterior e pelo envio do mesmo ao restante do organismo, através da aorta e do sistema arterial, ao passo que Erasístrato afirmava que o Sistema Arterial distribuiria apenas *pneuma* ou *espíritos*. Ora, segundo o médico inglês, Galeno demonstrou experimentalmente que as artérias conteriam sangue: a ligadura em dois pontos de uma artéria animal bem grossa, seguida por punção ou corte da região intermediária entre as duas ligaduras revelava que a artéria estava repleta de sangue – aquele mesmo sangue superiormente elaborado no lado

esquerdo do coração. Nesse ponto, o autor greco-romano deixa de lado o conhecimento seguro de que dispunha, o de que a única saída possível do sangue contido no ventrículo direito era a artéria pulmonar, e postula que o septo situado entre os dois lados do coração possui poros através dos quais o sangue flui do lado direito para o esquerdo.

Segundo Harvey, desde então, os anatomistas encontraram grande quantidade de sangue nas veias pulmonares – isto é, entre o pulmão e a aurícula esquerda – e que Vesálio, bem como ele mesmo, procuraram infrutiferamente pelos poros do septo cardíaco. Essas observações tornariam mais plausível admitir que o sangue passasse do lado direito do coração para o lado esquerdo através de um circuito que inclui o pulmão. Esse circuito já havia sido proposto por Realdo Colombo, o que é mencionado em algumas passagens do tratado. Trata-se agora de estabelecer, além de qualquer dúvida razoável, que os pulmões não são um ponto terminal do movimento de sangue, mas sim, ao contrário, o percurso ventrículo direito => artéria pulmonar => pulmões => veia pulmonar => aurícula esquerda => ventrículo esquerdo => aorta representa basicamente **uma passagem permanente do sangue das veias para as artérias**:

... nenhuma dificuldade adicional, creio eu, será sentida por ninguém, ao admitir o que propus até aqui em relação ao pulso do coração e das artérias, a saber, **a passagem do sangue das veias para as artérias** e sua distribuição por todo o corpo através desses vasos (HARVEY [1952] 1628, p. 280).

A estrutura e a forma das valvas cardíacas poderiam ter indicado um modo de, racionalmente, indicar o movimento do sangue. Mas apenas as análises funcionais realmente permitiriam demonstrar o movimento do sangue, sem um *pneuma* movimentando-se nas artérias (HARVEY [1952] 1628, p. 279 - 280).

Harvey considera que Galeno não aceitava a ideia de haver apenas espíritos nas artérias, diferentemente de Erasístrato, devido a seus experimentos e a seu modo de pensar e argumentar. O próprio Galeno havia colocado que a grande artéria origina as demais artérias do corpo, as quais, assim como o coração, possuiriam sangue e o carregariam. Então, segundo o próprio Harvey, a grande artéria teria que carrear sangue com o maior grau de perfeição a partir do coração para distribuí-lo para todas as partes do corpo; talvez Galeno tivesse hesitado devido à conexão entre coração e pulmão.

Harvey “dialoga” com os autores antigos, sendo este um modo de trabalhar tipicamente filosófico; mas vai além da mera argumentação através da realização de experimentos direcionados às suas observações e às suas análises, diminuindo a quantidade de caminhos

lógicos possíveis e permitindo avançar nas discussões anatômico-funcionais, como visto acima ou, por exemplo, no caso de a artéria pulmonar e o ventrículo esquerdo estarem “cheios de sangue grosso, negro e espesso” no caminho do sangue do ventrículo direito até o esquerdo, em vez de fazê-lo através do septo; este é um caminho já canalizado abertamente, mais lógico e experimentalmente observável. Portanto, a proposta de Harvey é “a passagem do sangue a partir das veias para as artérias e a sua distribuição por todo o corpo por meio desses vasos” (HARVEY [1952] 1628, p. 280). Portanto Harvey experimenta e utiliza lógica, além de reduzir os problemas às suas partes fundamentais para poder realizar tais experimentos. Ele observa, avalia, analisa, sintetiza e conclui “a partir dos fatos”.

No Capítulo 6, Harvey retoma a discussão sobre a circulação pulmonar (circuito pulmão-coração), relaciona a circulação fetal com a do adulto, reflete sobre o indutivismo, critica o uso exclusivo de cadáveres para análises funcionais, ressalta a importância da vivissecção animal e avalia a circulação geral do feto. Harvey critica o indutivismo pelo uso escolástico de apenas um tipo de análise, seja de cadáveres humanos ou de apenas um tipo de animal, e, a partir dessas análises, criar uma generalização (HARVEY [1952] 1628, p. 280). Sendo assim, o uso exclusivo de cadáveres não refletiria as funções orgânicas; é necessária a realização de vivissecções, mais do que isso, comparações que generalizações pudessem ser feitas. Ademais, as análises comparativas forneceriam modelos estrutural e funcionalmente mais simples e, no caso dos animais de sangue frio, com o funcionamento mais aparente. O uso de animais inferiores liberaria as dificuldades dos anatomistas. Por exemplo, o coração dos peixes apresenta apenas um único ventrículo e não apresenta pulmões; a base de seu coração é análoga à aurícula do homem, lança sangue no coração e este “o transmite (...) por um cano (...) a uma artéria” (HARVEY [1952] 1628, p. 280) e, portanto, o envia para todo o corpo. Isto seria confirmado por uma inspeção ocular simples. Como os peixes não apresentam pulmões, esta avaliação é mais direta, pois não há o percurso entre o coração, ou ventrículo, e o pulmão. Outros animais de sangue frio apresentam pulmão, mas têm apenas um único ventrículo, como rãs, sapos serpentes e lagartos; por isso, são modelos um pouco mais complexos que os peixes, mas nem tanto quanto aves e mamíferos. Esses animais seriam uma sequência lógica para novas análises, já envolvendo uma maior complexidade estrutural e funcional. Neles demonstramos “que o sangue é transferido (...) das veias para as artérias da mesma maneira que nos animais superiores, que é pela ação do coração”, sem a necessidade de passar pelo septo do coração e, sim, por “um caminho aberto pelo qual o sangue é transmitido das veias através (...) do coração para [dentro] das artérias” (HARVEY [1952] 1628, p. 281).

Estudos embriológicos correntes entre médicos e anatomistas mostravam o movimento do sangue. Muitas rotas existentes no embrião são mantidas no adulto. O próprio coração funciona igualmente em fetos e adultos (HARVEY [1952] 1628, pp. 281-282). Os fatos estavam presentes; foi necessário mudar tanto a hipótese quanto a teoria. O pulso seria “inerente à própria constituição do coração e aparece desde o início, como aprendemos tanto da dissecação dos animais vivos como da formação da galinha no ovo” (Aristóteles. *De Spiritu* in HARVEY [1952] 1628, pp. 281-282).

O anatomista experimental inglês percebeu que os vasos que ligam os pulmões aos ventrículos – sua estrutura, sua capacidade e a presença de sangue neles – mostram que podem transportar o sangue dos pulmões para os ventrículos, sendo, por isso, a passagem mais lógica para o sangue.

Os pulmões estariam em estado de inação nos embriões. A condição funcional destes embriões (HARVEY [1952] 1628, p. 282). Desse modo, o estudo anatômico do desenvolvimento animal em Harvey apoiava o seu estudo sobre o movimento do coração em adultos. Os estudos não eram apenas comparativos interespecificamente, mas também ontogeneticamente.

Harvey deixa claro que se deveria procurar por um “caminho mais sábio” para o movimento do sangue através da análise por dissecação e para descobrir as causas que fariam o sangue percolar os pulmões, ao invés de algum outro que fosse mais lógico (HARVEY [1952] 1628, p. 282).

Logo no início do Capítulo 7, Harvey deixa claro que especular em demasia não é um aspecto essencial do seu modo de trabalhar, mas sim o de “mostrar que seria assim; e, então, eu devo **provar** que isto é assim de fato” (HARVEY [1952] 1628, pp. 282-283; o grifo é meu). Ele faz analogias para que o leitor entenda o que está descrevendo. Mas acreditamos que ele também utilizava tais analogias de forma a lançar hipóteses. Essas analogias permitem, inclusive, relacionar os sistemas urinário e circulatório: ao bebermos em demasia, o líquido segue para os vasos e, em seguida, para os ureteres, sendo então eliminado pela urina do mesmo modo como a água percolaria a terra, produzindo fontes e riachos (idem).

Nesse capítulo, está claro que a interpretação dos dados anatômicos como a existência, a capacidade, a estrutura, a presença de sangue, o pulsar do coração e os movimentos respiratórios de Galeno coincide com a posição de Harvey. Está claro que seria difícil pensar

em outra possibilidade, a de haver fluidos mais etéreos acoplados ao sangue, para Galeno, o que Harvey não conseguiu constatar. Mas está claro que os **vasos** transportam sangue.

Dessa forma, Harvey demonstra que as valvas são importantes para o fluxo unidirecional e constante de sangue, sem a necessidade de considerarmos a existência de *pneuma*, ar ou espíritos sutis nos vasos. Os ventrículos impulsionam apenas sangue. Talvez até haja algo dissolvido no sangue, mas esse não é o seu foco. Há uma circulação pulmonar, e os pulmões não impedem o fluxo de sangue (quem sabe se os pulmões não teriam algum outro propósito?). O coração é uma bomba que, junto com as valvas, faz o sangue se movimentar.

Para Galeno, quando o tórax se contrai, as membranas do coração fechariam a boca do vaso para evitar o retorno de sangue. As válvulas fariam o sangue fluir para dentro durante as diástoles dos pulmões e preencheria todas as artérias; nas sístoles, ele fluiria para frente e para trás, com uma movimentação recíproca inadequada ao sangue.

Galeno não levou em conta o comprometimento mecânico de suas ideias quanto aos vasos sobrecarregados. O coração seria apenas um reservatório originado da continuidade das túnicas dos vasos; um destes drenaria o sangue e o outro o enviaria. Então, para o alexandrino, o coração apresentaria um reservatório anterior para receber o sangue, diminuindo a sua velocidade e enviaria esse sangue para o outro reservatório, que o impulsionaria (HARVEY [1952] 1628, pp. 284-285). Aqui se apresenta a visão de continuidade dos vasos com o coração, inferindo-se um fluxo contínuo de sangue e de materiais fluídicos que até poderiam ser considerados como fluindo em um único sentido, tese apoiada por Harvey, devido ao seu modo de trabalho eminentemente experimental. Em Galeno, as aurículas estariam continuamente recebendo e expelindo sangue **dos e para os** ventrículos; para isso, o coração necessitaria de duas valvas para drenagem e duas para a ejeção de sangue, sem haver refluxo para a cavidade de origem. O sangue estaria passando continuamente do ventrículo direito para o esquerdo, da veia cava para a aorta através dos pulmões esponjosos. Para o inglês o sangue seria “incessantemente enviado do ventrículo direito para os pulmões pela artéria pulmonar e [...] drenado dos pulmões para o ventrículo esquerdo” sendo, então, ejetado continuamente pelo esquerdo, uma alternativa mais lógica do que passar continuamente da veia cava para a aorta (HARVEY [1952] 1628, p. 284).

Assim, o anatomista anglo-saxão demonstra que o ventrículo esquerdo é causa suficiente para distribuir o sangue pelo corpo; o ventrículo direito serviria para enviar sangue suficiente

para percolar o pulmão por algum motivo que ele não pôde determinar. Mas há algo puro e espiritual circulando nesses vasos.

Harvey lidou com análises observacionais e intervenções experimentais de modo seriado e indutivo para avaliar os fatos e, com silogismos, um processo dedutivo de forma a comprovar as teorias. As conclusões e teorias têm que se moldar ao que é observado e demonstrado seriadamente e sem margens a dúvidas. Portanto, as suas teorias são reais e representativas da realidade, não meros instrumentos observacionais sobre o que deve ocorrer. Ele também utilizou as categorias aristotélicas; disseções e universalidades, comparando o sistema vascular de diversos animais para verificar o nível de generalização das observações e extrair o máximo de fatos a partir delas. Apoiou-se no minimalismo baseado em um conceito como o da Navalha de Ockham, considerando a teoria mais simples para um evento como, provavelmente, a mais verdadeira; através de vivissecção, reconheceu o funcionamento do coração como uma bomba ejetora, apoiando-se nos movimentos e percursos mais simples, lógicos e seguros para o sangue bombeado. Levou em conta, ainda, metafísica, teleologia e vitalismo; quanto ao levantamento das considerações dos grandes anatomistas, revisou-os experimentalmente, levando o sistema vascular a se tornar realmente algo fortemente experimental, tornando a Fisiologia em uma Filosofia Natural e em Fisiologia Experimental com cunho anatômico. As experimentações ancoravam as discussões sobre os fatos reais, mesmo que esses fatos não fossem imediatamente perceptíveis. As experimentações eram intervenções, visando à observação e demonstração dos fatos reais sobre o corpo e o seu funcionamento. Ele foi mais um pragmático do que teórico.

Além do empirismo, há um lado racional lógico que procura se ater às evidências e não às metadeduções. Tanto que a teoria de uma alma tripartida, tão importante para alguns gregos antigos, cai por terra.

Até aqui, Harvey se preocupou com os movimentos do sangue e com algumas das suas consequências imediatas, tais como a identificação do sangue do ventrículo esquerdo com a aorta e o circuito pulmonar.

No Capítulo 8, Harvey preocupa-se com a quantidade de sangue envolvida no circuito dos vasos sanguíneos (HARVEY [1952] 1628, p. 285). O tamanho e a grossura dos vasos, seu arranjo e sua estrutura estariam ligados à “quantidade de sangue que seria transmitido, sempre que a sua passagem possa ser efetuada”, pois é necessário haver um objetivo prático. Portanto

a circulação de sangue depende do tamanho e da estrutura do vaso, devido à massa de sangue passível de passar por ele. A quantidade de sangue mensurada foi outro elemento neutro que permitiu a visualização e a teorização de um sistema fechado para permitir a circulação do sangue nos animais. Tal modelagem foi comprovada experimentalmente por Harvey em diversas situações, e levou-o à conclusão de que o sangue é transportado por todo o corpo em um circuito fechado, com uma quantidade regular em todo o circuito.

Devido à quantidade de sangue que passaria pelo coração e pelos vasos, não seria possível que ambos fossem supridos apenas pelo alimento ingerido que seria transportado nas artérias e não pelas veias, pois essas se romperiam pela carga excessiva de sangue, “a menos que o sangue, de alguma forma, encontrasse o caminho das artérias para as veias e, assim, retornasse ao lado direito do coração”. Harvey considerou inicialmente a possibilidade de ser um movimento circular (i.é, fechado) como uma hipótese imagética geral obtida a partir das suas análises exploratórias iniciais. Posteriormente, comprovou a hipótese de circularidade. Através da análise visual da massa de sangue existente nos vasos e no coração, por onde o sangue flui, e pela mensuração dessa massa de sangue, ele concluiu que ela não poderia ser suprida imediatamente pelo alimento ingerido. Se o fosse, isso geraria uma sobrecarga de sangue nas artérias e uma drenagem de sangue nas veias. Sabendo-se que o sangue, “forçado pela ação do ventrículo para dentro das artérias seria distribuído para o corpo em geral”, e que, retornando, seguiria também para os pulmões, também retornando ao coração, Harvey imaginava que o movimento fosse circular, como o movimento que Aristóteles considerava para o ar e para a água na natureza, com a sua ascensão por evaporação, sua condensação nos estratos superiores e sua queda até a terra, como a chuva que umedece a terra, levando a um novo ciclo. O mesmo ocorreria no movimento de sangue do nosso corpo. Mas algo mais estaria ocorrendo. Deveria haver um motivo, alguma função geral do sangue e do seu bombeamento pelo coração: “as diversas partes são nutridas, acalantadas pelo sangue mais quente, mais perfeito, vaporoso, espirituoso e (...) nutritivo, o qual, ao contrário em contacto com essas partes, torna-se resfriado, coagulado e (...) efeminado”. Assim, o sangue retorna ao coração, soberano e fonte do seu impulso, onde ele recobriria o seu estado de perfeição, com infusão de calor e de espíritos. Novamente o coração é forçado a retomar o movimento pelo resto do corpo. Desse modo, o coração é central à circulação do sangue, mas não apenas como uma bomba; ele é “o início da vida, o sol do microcosmo” e torna o sangue “apto a nutrir e preservado da corrupção e da coagulação” (HARVEY [1952] 1628, p. 285). (HARVEY [1952] 1628, pp. 285-286). O sangue sobe vaporoso e desce mais frio.

Aqui a linguagem é francamente vitalista e metafísica. O seu modelo e sua imagem de circulação é semelhante aos ciclos da água e dos planetas em relação ao Sol, sendo este fluxo o que manteria o sangue incorrupto; portanto o microcosmo é semelhante ao meso e ao macrocosmo, onde os elementos ou o próprio sangue circulam no corpo, o microcosmo, de forma análoga aos elementos que circulam no mesocosmo, a atmosfera, e aos planetas ao redor do sol, o macrocosmo. Essa parece ser uma colocação tipicamente aristotélica. E parece haver uma hierarquização, algo tipicamente grego: o calor está ligado à nobreza, sendo superior por ser central. Harvey é o primeiro a realmente considerar uma circulação fechada, com um vaivém de sangue ao redor do coração e comandada por ele; os espíritos, se existissem, não estariam mais separados fisicamente do sangue, mas acoplados a ele. Não há referência a qualquer tipo de elemento no sangue, seja no sentido clássico dos quatro elementos, ou tampouco em um sentido mais alquímico ou químico, pois a sua ênfase foi a de contextualizar e dar sentido à sua teoria. Ele não se preocupa com o caráter nutricional do sangue, nem com a sua formação. Há um corte metodológico e epistemológico em Harvey, levando-o a avaliar apenas o movimento do coração e, conseqüentemente, do sangue. Ele não se interessa por outras avaliações, pois elas levariam a uma complexidade metodológica e a uma análise incompatível com a sua metodologia, de cunho analítico e, portanto, simplificada e passível de experimentação. A sede de tudo isso parece ainda ser o coração – portanto algo mecânico. Talvez as suas discussões com Hermann Boerhaave se devam a essa diferença no tipo de visão entre ambos: Boerhaave possuía uma visão, segundo a qual, a química seria a base de tudo; a visão de Harvey é eminentemente anatômica, metafísica e teleológica. A visão química de Boerhaave permitiria elucidar a natureza fundamental do sangue e das propriedades, sendo necessário um corte metodológico similar ao de Harvey, mas fora do seu escopo experimental e mais atomístico. Portanto Boerhaave apenas menciona tangencialmente as substâncias homeoméricas, como sangue e gordura, ou a eliminação de umidade na formação de substâncias, uma possível referência às *arché*<sup>4</sup> elementais – o úmido, o seco, o frio e o quente.

Harvey percebeu, claramente, que o sangue fluiria apenas dentro de vasos e que eles só seriam de dois tipos, quanto ao tipo estrutural e funcional; a diferença não se devia à teoria de

---

<sup>4</sup> Do grego, ‘o que está na frente’ de onde “começo, origem, princípio”, é aportuguesado como arque. No pensamento filosófico, é o pensamento básico na constituição da natureza, no pensamento pré-socrático, ou ponto de partida, fundamento ou causa de um processo qualquer no aristotelismo (Houaiss Eletrônico, 2009).

uma posição diferenciada entre os dois lados do corpo, como Aristóteles acreditava. A constituição dos vasos nos diferentes animais dependeria dos seus destinos ou usos (“virtudes”) (HARVEY [1952] 1628, p. 286). A artéria, como Galeno salientou, “é o vaso que carrega o sangue do coração para o corpo em geral”; o outro, a veia dos dias atuais, “leva o sangue do sistema geral para o coração; o primeiro é o conduto do sangue nutritivo; o último contém o sangue mais cru, efeminado, considerado inadequado para a nutrição” (HARVEY [1952] 1628, p. 286). Essas duas definições coincidem com o modo atual: é a artéria que distribui o sangue para o corpo, e as veias o transportam, já sem nutrientes, para o coração. Harvey reconhece haver diferenças quanto ao tipo de sangue existente nas artérias e nas veias, embora não deixe claro quais seriam, pois elas derivariam do bom-senso. Se o sangue segue até as extremidades, então, ele leva algo para lá; se esse algo modifica tais partes, fica ali, logo o sangue perde alguma coisa. Ao retornar ao ponto de partida, o coração, a propriedade que ele tinha já não se apresenta mais. Mas se o sangue é novamente bombeado para as extremidades, então esse algo mais foi restaurado. Portanto, esse algo mais deve ser importante, mas não é esse o seu objetivo. Harvey parece considerar o corpo como um todo, com pequenas variações entre as partes; tais variações teriam um cunho funcional para o todo. Ele reconhece que o sangue que retorna ao coração não é mais “nutritivo”.

Os capítulos 9 e 10 formam uma unidade. No capítulo 9 estão os resultados estimados para a quantidade de sangue impulsionada pelo coração. Há uma quantidade de sangue muito grande que passa pelo coração em pouco tempo. No Capítulo 9, Harvey retoma a procura pela confirmação da circulação do sangue, mas partindo de três premissas que, se aceitas, levam à necessidade de haver essa circulação:

- a. “O sangue é incessantemente transmitido pela ação do coração [a partir] da veia cava para as artérias em tal quantidade que isso não pode ser suprido a partir do ingerido e com tal sabedoria que a massa total deve passar muito rapidamente através do órgão”.
- b. “O sangue, sob a influência do pulso arterial, entra e é expelido em um fluxo contínuo, calmo e incessante, através de cada parte e membro do corpo, em uma quantidade muito maior do que seria necessária para a nutrição, ou que toda a massa de fluidos poderia suprir”.
- c. “As veias, de maneira semelhante, retornam seu sangue incessantemente para o coração a partir de todas as partes e membros do corpo”.

(HARVEY [1952] 1628, p. 286).

Como essas premissas seriam passíveis de investigação experimental e observacional, poderiam vir a ser verdadeiras, se provadas. Portanto deveremos aceitar como verdadeira a

circulação do sangue. Harvey, portanto, procurava demonstrar “que o sangue circula, gira, é propellido e, então, retorna para as extremidades a partir do coração e deste para as extremidades; e é assim que ele realiza um tipo de movimento circular” (HARVEY [1952] 1628, p. 286). Temos aqui um movimento circulatório mecânico, proveniente das proposições metafísicas do capítulo anterior. Novamente, Harvey demonstra a sua posição de forma analítica e experimental, baseada em hipóteses. Desse modo, procurava demonstrar a circulação sanguínea, baseada em um coração central e propulsor do sangue, com um eterno retorno de sangue ao coração, sem aquela produção constante e rápida de uma grande massa de sangue, e sem perdas quantitativas desse mesmo sangue. A massa de sangue poderia ser mantida constante nos vasos sanguíneos e, portanto, em todo o corpo e em suas partes. Harvey também deixa claro que as veias saem das partes mais afastadas do corpo e em direção ao coração, o que muda totalmente o antigo conceito de que as veias seriam apenas ramos provenientes do fígado.

Harvey assume, então, que haja uma quantidade finita e definida de sangue no coração distendido; por exemplo, “1,5 a 3 onças no corpo; no corpo descobri que se armazena mais do que duas onças” (HARVEY [1952] 1628, p. 286). Se presumirmos que o coração armazene menos sangue quando contraído, em proporção a quando ele estiver dilatado, e que esse sangue seja projetado para dentro da aorta em cada contração (sístole), uma parte dessa massa seria projetada para a artéria após cada contração. Uma parte desse sangue poderia retornar ao coração (leia-se ventrículos) devido às valvas. Em um tempo definido, como meia hora, o coração bateria certo número de vezes, como mil a dois mil batimentos. Multiplicando-se a massa de sangue propellido em cada pulso, ou batimento cardíaco, pelo número total de pulsos, podemos obter a massa total de sangue propellido nesse período; no exemplo dado por Harvey, “mil onças e meia ou três dracmas ou uma quantidade proporcional de sangue, de acordo com a quantidade que assumirmos como propellida em cada batida do coração” (HARVEY [1952] 1628, p. 286). A quantidade de sangue propellida seria proporcional à massa ou ao tamanho do animal: “uma quantidade maior em cada caso do que é contido no corpo todo (...), mas o corpo de nenhum animal contém mais do que quatro libras de sangue, um fato que eu mesmo me assegurei no caso dos carneiros” (HARVEY [1952] 1628, pp. 286-287). Portanto, Harvey mensurou a massa de sangue de diversas espécies animais, provavelmente a partir de um animal pendurado, firmemente posicionado e realizando uma arteriotomia da aorta. O sangue pode ter sido colocado em um frasco de coleta, com pouca perda. E ele assumiu determinados valores para “a massa de sangue” bombeada a cada batida

do coração, o que o leva a uma determinada massa que passaria no coração a cada meia hora – e que ele observou ser maior do que a quantidade de sangue contida no corpo do animal. Isso permitiu visualizar a massa de sangue que passaria pelo coração e pelas diferentes partes do corpo (HARVEY [1952] 1628, p. 287). Harvey então levanta a questão de massa, tornando a questão da circulação um problema matemático, portanto uma avaliação neutra e impessoal que, por si só, indicaria um fato: o sangue não pode ser repostado tão rapidamente após a ingestão de alimentos em relação à quantidade de comida ingerida.

Como o coração deve propelir o sangue de forma contínua, como indicado pelos sentidos e pela razão, os ventrículos seriam preenchidos com sangue tal como “se fosse um efeito necessário da dilatação” e, assim, na contração, essas cavidades deveriam expelir os seus conteúdos, o que não é pouco, devido ao número de contrações – aliás, frequentes - e ao volume dos condutos. Parte do volume do sangue é ejetada pela contração do coração; portanto uma quantidade proporcional “deve ser expelida com cada batida do coração”, sendo que a capacidade do ventrículo contraído sempre apresentaria relação quanto à capacidade do ventrículo quando dilatado (HARVEY [1952] 1628, p. 287). Harvey bem coloca que, em uma contração, os ventrículos sempre expulsariam algo, o sangue, e, proporcionalmente, “à quantidade de contração”. Harvey calcula a quantidade de sangue passível de circular no homem, no carneiro e no gado a partir da quantidade de sangue passível de ser expelida em cada batimento – durante meia hora, com mil batimentos, seriam expelidas dez libras e cinco onças<sup>5</sup> caso um dracma<sup>6</sup> de sangue fosse ejetado. Portanto ele considerava a mensuração da massa do sangue como um instrumento importante para a análise do movimento cardíaco e de seus efeitos, considerando a presença de um sistema fechado de vasos. Ele levantou uma visão mecânica e associada à matemática. Nesse período, a Matemática estava deixando de ser algo ligado apenas aos cálculos e tornava-se algo importante para a Filosofia Natural, devido ao matematismo ter-se tornado referência como área de conhecimento devido à sua neutralidade (HENRY, 1978, pp. 27-35). Harvey o utilizou como instrumento demonstrativo e relacional para o seu conceito de anatomia funcional, voltando-se para uma modelagem mais adequada da circulação. Essa modelagem se baseia nas observações diretas realizadas, primariamente, em vivisseções e, secundariamente, em dissecções, e numa hipótese baseada na imagem de um “Sol soberano”, com o coração fazendo circular sangue ao seu redor e por dentro de si mesmo, assim como no cálculo de massa de sangue propelida. As observações

---

<sup>5</sup> Cerca de 4,68 kg.

<sup>6</sup> Cerca de 1,76 g (?)

obtidas das vivisseções e das dissecções pareciam confirmar essa hipótese, sendo então sustentadas e adotadas por Harvey. A análise matemática geral da circulação (quantidade expelida por batimento e as circunstâncias segundo as quais essa quantidade variaria) só pôde ser considerada a partir desses dados. As mensurações da massa terminaram por permitir a comprovação de seu modelo de movimentação do sangue, a circulação. Há uma quantidade constante de sangue lançada para as artérias e para o corpo, e isso nunca se dá em razão do que seria suprido pelo alimento recém-consumido. Isto pressupõe um circuito fechado, em que o sangue que sai do coração percorra outros órgãos para a ele retornar. Isso é evidenciado na vivisseção:

a grande artéria não necessita ser dividida, mas apenas um pequeno ramo (...), assim como aquele das veias e artérias, drenados no decurso de um tempo não muito longo, cerca de meia hora ou menos. Os açougueiros estão bem cientes do fato (...), pois em se cortando a garganta de uma vaca e dividindo-se os vasos do pescoço em menos de uma hora elas ficam com todos os vasos exangues; toda a massa de sangue escapou (HARVEY [1952] 1628, p. 287).

O mesmo ocorreria em amputações e remoções de tumores em seres humanos.

Ele considera que a argumentação de que o sangue escaparia pelas veias cortadas levando a uma rápida perda de sangue é falsa, pois o escoamento é lento, “enquanto que as artérias o esguicham com força, abundantemente, fortemente, impetuosamente e como se fossem propelidos com seringa” (HARVEY [1952] 1628, p. 287), pois elas estão sob a ação do ventrículo esquerdo. Há, portanto, mais uma diferenciação funcional, a pressão arterial. Essa pressão seria passível de ser relacionável à força de batimento do coração e o manteria como o centro do sistema circulatório fechado, além de reforçar os aspectos mecânicos e de massa da circulação. Para Harvey, é fácil realizar um experimento

deixando a veia intocada e se dividindo a artéria na garganta de um cordeiro ou cão, quando será visto que, com aquela força, com aquela abundância e o quão rapidamente o sangue do corpo, das veias assim como das artérias, é esvaziado (...). Se a aorta for amarrada na base do coração e a carótida ou qualquer outra artéria for aberta, ninguém ficará surpreso em encontrá-la vazia e apenas as veias repletas de sangue (HARVEY [1952] 1628, pp. 287-288)

Provavelmente isso se deve à presença de valvas. Por isso, haveria uma quantidade maior de sangue nas veias e no ventrículo direito e tão pouco no esquerdo, o que teria induzido os antigos a “acreditarem que as artérias (...) conteriam nada; apenas espíritos durante a vida do animal” (HARVEY [1952] 1628, p. 288). Isso também pode se dever, segundo Harvey, ao fato de o sangue passar para as artérias apenas **através dos pulmões e do coração**: “quando um animal cessou de respirar e o coração de se mover, o sangue na artéria pulmonar é

impedido de passar para as veias pulmonares e destas para o ventrículo esquerdo do coração” (HARVEY [1952] 1628, p. 288). Ele reconhecia a importância das valvas para impedir o refluxo sanguíneo, mas o fluxo, através dos pulmões e do coração desempenharia um papel crucial na retenção e no fluir do sangue.

O coração não cessa de funcionar, assim como os pulmões pulsam por mais algum tempo durante as vivisseções. Quando os pulmões param, apenas o sangue das artérias continua a ser ejetados e nada mais seria enviado para as veias. “O coração bate mais languidamente e com menos força; hemorragias são diminuídas devido à redução dos batimentos cardíacos quando isto acontece” (HARVEY [1952] 1628, p. 288). Portanto a frequência na pulsação decorre do estado do corpo. Desse modo, é impossível sangrar rapidamente todo o corpo ou até mesmo sangrar efetivamente a carcaça (HARVEY [1952] 1628, p. 288).

A partir dessas avaliações é que Harvey se permite discutir sobre as *anastomoses*, o que é exaustivamente discutido no Capítulo 10. O seu pressuposto, colocado logo no início deste capítulo, é “que tudo se passa em um curto espaço de tempo por ser uma questão de necessidade que o sangue perfaça um circuito e que retorne para onde se iniciou” (HARVEY [1952] 1628, p. 288).

Imaginávamos “que tudo [i.é, todo o sangue] poderia provir da carne e da bebida consumidas”. Porém a quantidade de sangue bombeada pelo coração seria incompatível com a ideia de que a quantidade de sangue calculada fosse continuamente originada por absorção de alimento (HARVEY [1952] 1628, p. 288). Portanto, há necessidade de que o sangue faça um circuito fechado, mesmo com passagens anatomicamente não perceptíveis por todo o corpo.

Segundo as observações de Harvey, a grande quantidade de sangue que passa pelas artérias, em pouco tempo, deriva da força com que o jato de sangue sai da artéria cortada, o que poderia ser um processo não natural. Ele então faz experimentos que levariam ao mesmo tipo de demonstração, sem romper nenhum vaso sanguíneo. Em uma artéria aberta, o sangue sairia em torrentes, o que não acontece no corpo saudável, sem machucados ou lesões. Tal quantidade de sangue necessitaria de um retorno. A quantidade de sangue admitida no coração após a sua contração seria, de um modo geral, a quantidade que ele emitiria em cada pulsação “e por ele [todo o sangue] deve passar”. Harvey fez demonstrações simples sobre esse tipo de fluxo. Um exemplo foi a ligadura realizada em diversos peixes em veias situadas antes do coração; o espaço entre a ligadura e o coração esvaziava-se rapidamente. Em uma

serpente viva, “o coração será visto pulsando quietamente, distintamente (...), contraindo-se em suas dimensões longitudinais”, e propelindo o seu conteúdo, “tornando-se de uma cor mais clara na sístole (e) de um matiz mais profundo na diástole” (HARVEY [1952] 1628, p. 289). Então, o coração é exaurido pela ação do próprio coração; se um dedo for colocado entre o coração e a veia, de forma a apertar a região, novamente fica um vazio entre a veia e o coração (o que implica na veia transportar o sangue para o coração novamente e de forma evidente); o coração fica menor pela contração e ficará pálido, mesmo quando se dilatar (novamente se demonstra que o sangue penetra no coração a partir da veia). Ao retirarmos o dedo, ou outro impedimento, a coloração e o tamanho do coração voltam ao normal. Mas, quando a compressão é na artéria, observaremos “a parte entre o obstáculo e o coração – e o próprio coração – tornarem-se desmesuradamente distendidos, assumindo uma cor profundamente púrpura (...) e, finalmente, tornarem-se opressivamente com sangue”, como se fosse ficar entupido. Após a remoção do obstáculo, as coisas retornam ao normal (HARVEY [1952] 1628, p. 289). Portanto, o batimento cardíaco lança sangue para as artérias, movimentando-o, mas a sua conclusão experimental maior foi a da velocidade com que esse movimento ocorre: quando o fluxo da veia foi interrompido, a parte do coração conectada a ela esvazia-se imediatamente. Ele demonstra e conclui que, mesmo nos animais com um batimento cardíaco menos vigoroso, o sangue avança com velocidade considerável.

Ficou evidente que as artérias são os vasos carreadores de sangue proveniente do coração, que as veias têm que ser os vasos de retorno do sangue, e que o sistema circulatório tem que ser fechado. No circuito, o sangue passaria pelo coração e pelos pulmões, do centro para as extremidades e das extremidades para o centro. Está bem claro que o sangue corre do centro do corpo para as extremidades, como braços e pernas, através de artérias e que retorna pelas veias.

Harvey, no Capítulo 11, lida com a segunda premissa dentre aquelas três levantadas acima. Aqui ele quer demonstrar que todo aquele sangue estimado na defesa do primeiro ponto segue até as extremidades do corpo, através das artérias. Ao fazê-lo, Harvey entra um pouco na terceira premissa, aquela que se refere ao retorno do sangue através das veias. Isso, provavelmente, se deve aos resultados experimentais visando provar a segunda premissa, que resulta em fenômenos observáveis que demonstram claramente esse retorno do sangue para as veias. O pulso arterial é que enviaria, em um fluxo contínuo, uma quantidade de sangue maior que a nutrição ou que a massa de fluidos poderia suprir.

Para Harvey, as ligaduras permitiam a drenagem do sangue, pois permitiriam o bloqueio ou o desvio do sangue. Elas podem ser *muito apertadas* ou *medianamente apertadas*. Para Harvey, uma ligadura “*apertada* ou *perfeita* é quando ela fica tão fechada ao redor de uma extremidade que nenhum vaso pode ser sentido pulsando além dele” (HARVEY [1952] 1628, p. 290). Elas são utilizadas, inclusive, nas amputações, para controlar o fluxo de sangue, diminuindo-o. Já a ligadura do tipo *medianamente apertada*, que envolve toda a volta do membro, mas com pouca dor e ainda com alguma pulsação, é utilizada em sangrias, pois as artérias do pulso ainda batem. Para que sejam feitos experimentos em sangrias, Harvey recomendou a sua realização em pessoas com grandes veias e preferencialmente após exercícios físicos. As artérias pulsam logo acima da ligadura, no braço, como se estivessem cheias, pois elas incham como se o sangue lutasse para vencer o obstáculo à sua corrente (HARVEY [1952] 1628, p. 290).

Apenas a parte da artéria acima da bandagem se dilata e pulsa, mas não abaixo dela. É por isso que a bandagem tem que estar bem presa. Se estiver moderadamente apertada, Harvey salienta que as veias abaixo do torniquete é que incham, mas não as artérias, as quais, na realidade, encolhem. Apenas uma pressão muito grande e interna à veia é que forçará o sangue a passar. Harvey procura avaliar a realidade através da mecânica da circulação, um mero instrumento de análise.

Harvey demonstra, então, que é possível observar que o sangue segue para todo o corpo através das artérias (HARVEY [1952] 1628, p. 290). Quando as veias são comprimidas, nada consegue passar através delas; o fato de alguma delas ficar parcialmente túrgida deve-se à ligadura estar acima desta região túrgida e, portanto, a região acima desta compressão está vazia e onde o fluxo poderia ocorrer (HARVEY [1952] 1628, p. 290). Harvey comprovou que a ligadura ou bandagem evita a passagem do sangue, utilizando-a para bloquear o seu fluxo de retorno nas veias e nas partes acima dessas bandagens, mantendo “aquelas abaixo dela em um estado de distensão” (HARVEY [1952] 1628, p. 290). E, portanto, o fluxo de sangue está claro devido ao uso dessas bandagens, além das vivisseções, e é óbvio que há uma força impulsionando o sangue em uma única direção, sem sombra de dúvida. E é bem patente que o sangue é distribuído por pressão através das artérias por todo o corpo. A bandagem bem apertada comprova a força por contraposição. Harvey estabeleceu muito bem, experimentalmente, que essa força propulsora e as valvas nas veias permitem o fluxo sanguíneo em um único sentido, como ele próprio salientou.

A ligadura moderadamente presa torna as veias túrgidas e Harvey questiona o porquê: de onde vem o sangue? Ele provém das veias e se acumula sobre a ligadura? Ou ele provém das artérias? Obviamente ele não poderia fazê-lo através dos poros, pois Harvey demonstrou haver um fluxo pelos vasos e não pelos poros. Em havendo um fluxo muito mais fácil por vasos, torna-se praticamente impossível uma circulação por poros. Por dedução, o caminho só poderia ser um: o sangue vem das artérias e é bloqueado nas veias. E também por isso uma bandagem média deixa o braço inchado (HARVEY [1952] 1628, pp. 290-291). Enquanto o fluxo de sangue é observado apenas nos animais vivos, a posição de artérias e veias, que permitiram a análise *in vivo* posterior, só pode ter sido obtida a partir de dissecções anatômicas utilizadas sob o mesmo critério racional e empírico orientado por uma visão cardiocêntrica. Esse seu experimento demonstrou o fluxo e o sentido do sangue, algo secundariamente relacionável ao pulso que demonstraria o seu aspecto geral.

Harvey deduz claramente, a partir da observação experimental, que as veias incham instantaneamente abaixo das ligaduras quando apertado ao extremo e que o sangue passa das artérias para as veias e não das veias para as artérias, como visto a partir do conhecimento topográfico dos vasos e das vivisseções. Para ligar ambos os tipos de vasos, seriam necessários “ou uma anastomose de duas ordens de vasos, ou então poros na carne e nas partes sólidas que geralmente são permeáveis ao sangue” (HARVEY [1952] 1628, p. 291). Embora experimentalmente haja essa permeabilidade, como observado atualmente em práticas laboratoriais, esse fluxo é pequeno e não corrompe as análises de Harvey; o fluxo, como demonstrado por Harvey, ocorre predominantemente através dos vasos e circularia como os planetas ao redor do Sol. Essa hipótese, tão fortemente comprovada, não descarta totalmente a complementaridade da circulação local por poros e provavelmente seria difícil ou impraticável na época de Harvey; portanto seria descartável para as suas análises experimentais. Ele percebeu que as veias teriam comunicações umas com as outras,

pois todas elas se tornam túrgidas juntas quando a ligadura média é aplicada acima do cotovelo; e se qualquer veia pequena for ligeiramente perfurada por uma lanceta, elas encolhem rapidamente e em se descartando nisto voltam ao normal praticamente simultaneamente (HARVEY [1952] 1628, p. 291).

As observações e conclusões acima capacitariam o entendimento da ação exercida pelas bandagens e, talvez pelos fluxos, quando as veias são comprimidas por pressão média acima do nível do cotovelo. O fluxo pós-compressão para devido à não existência de sangue suficiente que tracionaria o restante posterior por adsorção, mas não devido ao horror ao vácuo, pois há uma propulsão mecânica pelo coração de forma similar a uma bomba. As

partes a serem preenchidas não o são de forma súbita e violenta para não haver rompimento ou laceração. Porém nenhum efeito de calor ou força do vácuo seria demonstrável ou crível (HARVEY [1952] 1628, p. 291). Isso possibilita que o não impulsionar o sangue após a bandagem se deva apenas à falta de fluxo de sangue, o que é congruente com os seus resultados experimentais.

E Harvey demonstra, experimentalmente, o efluxo da bandagem sem dor, nem calor ou tampouco *vis vacui*; portanto ele não precisava lançar essa hipótese, a não ser devido à influência das ideias de Aristóteles para confrontá-las. A pressão da bandagem evita que o sangue chegue lá pelas veias; portanto não haveria inchaço nem repleção das veias, nem sinal ou sintoma acima da bandagem (HARVEY [1952] 1628, p. 291). Portanto, a partir desses experimentos, novamente podemos deduzir o fluxo sanguíneo no sentido artéria => veia e não necessitamos de uma explicação como a do horror ao vácuo. Harvey, então, constatou a existência de uma relação entre o batimento cardíaco, o fluxo sanguíneo e o pulso, e utilizou, experimentalmente, o raciocínio no sentido inverso, relacionando o pulso ao batimento cardíaco. Aqui não há uma categorização de tipos de pulso como entre os gregos; há, sim, o batimento do pulso devido ao batimento cardíaco lançar o sangue nas artérias.

Harvey considerou que o inchaço seja ocasionado pelo fechamento das partes e não pelo acesso a elas ser aberto, como o que ocorre nos seus experimentos com bandagens. Uma causalidade demonstra o estado da arte da teoria de Harvey: atirado de uma carruagem, ele bateu com a testa em uma região onde ele sabia, por dissecação, haver um ramo arterial proveniente das têmporas; ele percebeu que um tumor do tamanho de um ovo cresceu rapidamente, sem calor ou dor. A vizinhança da artéria é que haveria causado o efluxo de sangue para a parte machucada. A teoria do médico inglês já permite deduções e reavaliações sobre a circulação do sangue. Só podemos fazer isso com uma teoria já elaborada. Um caso clínico seria um caso fortuito e um único caso por si só não mostra nada, principalmente se não estiver sob um controle mais rigoroso, mas serve como um evento que apoia a tese de Harvey (HARVEY [1952] 1628, pp. 291-292).

Temos novamente a corroboração de como o sangue flui, porém de modo tipicamente popperiano: há uma teoria geral comprovável, e aqui aplicável, por uma análise experimental específica.

Harvey ([1952] 1628, pp. 291-292) procurou mostrar a passagem contínua do sangue pelo coração a partir desses experimentos e demonstrações, com a passagem já confirmada, demonstrando um fluxo contínuo de sangue através do coração. Outros experimentos a mais também confirmariam isso com as premissas:

- a. o sangue passa das artérias para as veias, fato já demonstrado anteriormente, transformando-se em pressuposto para uma nova hipótese e um silogismo comprovado de fato;
- b. todo o sangue pode ser retirado a partir de uma ferida feita, por exemplo, em uma veia do braço com uma bandagem apropriada;
- c. o sangue flui livre e rapidamente por todo o corpo e não apenas localmente.

Consequentemente, temos:

- a. o sangue é enviado com um impulso e com força; para escapar com força ele a recebe do pulso e do coração, “pois a força e o movimento do sangue são derivados do coração, apenas”;
- b. “o afluxo procede do coração e através do coração por um curso a partir das grandes veias” e segue pelas artérias do ventrículo esquerdo do coração. Só com a força propulsora do coração é que tal quantidade de sangue poderia ser drenada.

Com tal conhecimento, era possível calcular a quantidade de sangue e refletir sobre o seu movimento circular. Na execução de uma flebotomia,<sup>7</sup> por exemplo, durante meia hora, não haveria um desmaio nem se realizaria o esvaziamento seja através de veias, seja de artérias. Em meia hora, o sangue haveria passado das grandes veias para o coração e para a aorta. Considerando o volume que passa através do braço com bandagem após vinte ou trinta batimentos e comparando este volume ao outro braço, sem bandagem e após o mesmo número de batimentos, Harvey considerou que haveria base para estimar quanto passa por ambas as extremidades, quanto é o fluxo normal, quanto segue para as extremidades inferiores, pescoço, por todas as veias e artérias do corpo e pelos pulmões. Desse modo, percebemos que a circulação é absolutamente necessária, pois essa quantidade de sangue

---

<sup>7</sup> Incisão de uma veia para sangria

não pode ser suprida imediatamente pelo material ingerido e é maior do que a mera nutrição das partes (HARVEY [1952] 1628, p. 292).

O Capítulo 13 serve para “explicar de que maneira o sangue descobre o seu caminho de volta para o coração, a partir das extremidades, pelas veias, as quais são os únicos vasos que conduzem sangue das partes externas às partes centrais”, o que se somaria às proposições anteriores e levaria à credibilidade da circulação. Para tanto, é necessário o apoio de estruturas que impeçam o seu retorno nas veias, já que elas não apresentam a mesma pressão que as artérias. Para Hierônimo Fabrício de Acquapendente, o primeiro a considerar e a representar as valvas nas veias, elas seriam “porções elevadas ou frouxas das membranas internas desses vasos (as veias), de extrema delicadeza e de uma forma sigmoide ou semilunar”, unidas ao coração desde a fase embrionária, e “direcionadas para cima ou em direção aos troncos das veias”, em duplas que podem se tocar umas às outras por suas bordas. Desse modo, elas evitam o retorno de qualquer coisa dos “troncos para os ramos das veias” (HARVEY [1952] 1628, p. 293). Esse conhecimento provém da observação direta da dissecação das valvas, mas sem nenhuma análise experimental sobre a sua função. Harvey utilizava o conceito de valvas de Acquapendente e considerava que deviam apresentar alguma função na movimentação do sangue.

Essas valvas estão bem arranjadas de forma a evitar o retorno do sangue. Não há valvas nas artérias. Diversos animais, como gado e cães, apresentam valvas “nas divisões de suas veias crurais, nas veias que se encontram em direção do topo do sacro e naquelas divisões que provêm dos quadris, nos quais não há tal efeito da gravidade proveniente da posição ereta” (HARVEY [1952] 1628, p. 293). Portanto Harvey deriva outra conclusão: as valvas serviriam para direcionar o fluxo de sangue independentemente do efeito gravitacional sobre ele (HARVEY [1952] 1628, p. 293). O efeito também poderia dever-se ao tanto de gravidade que esteja agindo, e não à sua ação pura e simples. Harvey considera que a inexistência de valvas nas veias jugulares deva-se à influência do conteúdo das artérias carótidas durante o sono e não pelo “resguardo da apoplexia”, como era comumente considerado.

Harvey declara a inexistência de valvas nas bifurcações ou troncos menores, de modo a evitar a resistência nestes vasos e permitir o fluxo “para os canais mais abertos e de maior capacidade”; elas seriam mais frequentes nos pontos onde os ramos se unem. Logicamente, tais localizações de valvas seriam importantes para evitar o refluxo devido ao fluxo proveniente dos diversos vasos (HARVEY [1952] 1628, p. 293).

Está claro para Harvey a existência de ramificações nos vasos maiores, que separariam a massa de sangue para que este fluísse por todo o corpo através de vasos cada vez menores (HARVEY [1952] 1628, p. 293). A função das valvas é a de se abrirem “na direção correta, evitando inteiramente todo este movimento contrário” para que o sangue não escape por suas frestas e que o refluxo seja obstruído pela valva imediatamente acima. Essas conclusões só poderiam ter sido obtidas a partir de observações realizadas por intervenção direta, por vivisseção ou experimentação em cadáveres. Esse tipo de experimento tem que ser bem feito e é delicado, requerendo um excelente experimentador. Harvey fez experimentos frequentes nas suas dissecções de veias com um teste que ele tenta passar a partir do tronco das veias para alguma ramificação menor e, sem cuidado, seria “impossível introduzi-lo longe (...) devido às valvas, ao passo que, ao contrário, era mais fácil empurrá-lo ao longo da direção oposta, (seja) de fora para dentro ou dos ramos para os troncos e raízes” (HARVEY [1952] 1628, p. 293). Assim, apenas as veias apresentam valvas funcionais, as quais bloqueiam o refluxo de sangue. Esse tipo de experimentação só é capaz de ser realizado em cadáveres íntegros ou parcialmente fechados, abertos de maneira suficiente apenas para a introdução desses testes nas duas direções opostas possíveis para o fluxo de sangue, possibilitando a dissecção posterior das veias para verificar e relacionar a forma e a posição das valvas com o sentido da inserção do teste.

Harvey observou que duas valvas, quando elevadas, se unem pelo contacto das suas margens, o que bloquearia o fluxo; nesse caso, a demonstração visual ocorre pela dissecção da veia, onde ela fica exposta. E não há a menor possibilidade de percebermos alguma fenda ao longo da linha de contacto. Agora, se o teste for empurrado no sentido das extremidades para o centro, tais valvas se abrirão “como as comportas de um rio”, abrindo-se o caminho para o fluxo de sangue. Tal arranjo só permite o fluxo do sangue neste único sentido, bloqueando o movimento oposto (HARVEY [1952] 1628, p. 293). O experimento do braço amarrado com bandagens acima do cotovelo permite perceber “intervalos no percurso das veias” que são visualizados externamente como se fossem nós devido ao bloqueio do sangue (HARVEY [1952] 1628, p. 294). Este teste da bandagem permite verificar onde há nós e relacioná-los às valvas observadas na dissecção devido à anatomia topográfica do braço, o que corrobora as conclusões obtidas nas demais análises. O mesmo ocorre quando pressionamos o vaso contendo sangue no espaço acima de qualquer valva do braço de forma continuada. Portanto, com a pressão contínua, a veia é esvaziada. Se pressionarmos com a mão, seguindo abaixo, percebemos a impossibilidade de se forçar o sangue através ou além da valva”; por mais que

assim pressionemos, mais a porção de veia entre os dedos e a valva se distende e a porção da veia que está abaixo da valva continua vazia (HARVEY [1952] 1628, p. 294). A experimentação com testes foi crucial, abrindo caminho para as análises funcionais com o sangue circulando. O uso exclusivo dos testes não indicaria nada conclusivamente.

Utilizando a mesma metodologia, Harvey demonstrou que, em uma veia distendida, a porção além da valva com o dedo comprimindo-a continua vazia. Portanto o sangue não pode retroceder. Esse experimento torna “mais óbvio” o fluxo de sangue das extremidades para o centro através das veias. Há diversos locais onde as valvas não se fecham tão bem, seja pela pouca “acurácia” ou por haver apenas uma única valva; então um número maior delas o faria. Portanto, Harvey conclui que as veias são “condutos livres e abertos do sangue que retorna ao coração”, mas que “são efetivamente impedidos de servirem como canais de distribuição do coração” (HARVEY [1952] 1628, p. 294). As valvas, como Harvey salientou nos experimentos anteriores, fazem com que a massa de sangue flua de forma lenta e unidirecional.

Para avaliar o fluxo, em termos de sentido e quantidade, o anatomista experimental pressionou com um dedo uma veia de modo a comprimir e bloquear a passagem do sangue da mão para cima, após o braço ter sido amarrado e as veias estarem túrgidas; ele bloqueou com a outra mão mais acima na veia até o sangue passar pela próxima valva acima. O vaso ficará vazio, mas, se o dedo for retirado, a veia será imediatamente preenchida. Se o dedo for comprimido repetidamente em um curto espaço de tempo e o mesmo for feito com mais um dedo abaixo do ponto de compressão, podemos obter os valores do fluxo por tempo de preenchimento. E será observada a rapidez com que os vasos são preenchidos (HARVEY [1952] 1628, pp. 295-295).

A conclusão da demonstração da circulação, no Capítulo 14, foi obtida a partir de argumentação e de demonstração ocular, ambos sendo os pontos fortes em Harvey e o seu foco. Para Harvey, a parte principal de qualquer análise não é a argumentação pura e simples, mas a demonstração visual. Tanto a demonstração ocular quanto a argumentação demonstraram que o sangue passa através dos pulmões e do coração pela ação das aurículas e dos ventrículos e é enviado para distribuição por todo o corpo pelas artérias, segue até às veias e aos poros da carne e então flui pelas veias a partir da circunferência de cada lado para o centro, das veias menores para as maiores, e, através delas, o sangue “é descarregado na veia cava e na aurícula direita do coração”, e em quantidade, com grande fluxo pelas artérias e veias, o que é impossível de ser suprido imediatamente pela ingesta e este volume é maior do que o necessário para

nutrição. Devemos concluir que o sangue no animal é “impelido em um círculo e está em um estado de movimentação incessante, e que este é o ato ou função, que o coração realiza por meio do seu pulsar, e que esta seja apenas a única finalidade do movimento e da contração do coração”, pois não haveria outra resposta para o que estava ocorrendo. O coração, afinal, bate e movimenta o sangue, como uma bexiga musculosa que força o sangue a fluir (HARVEY [1952] 1628, pp. 295-296). A indução em Harvey é típica para o séc. XVII, onde o investigador fazia observações precisas, conduzia os experimentos com cuidado e registrava honestamente os resultados, fazendo, então, generalizações, delineando analogias e elaborando hipóteses e teorias, desenvolvendo novos conceitos para organizar os fatos e produzindo um sentido. No caso de Harvey, as analogias eram principalmente experimentais, tais como urinar após bebedeiras ou o uso comparativo de análises – salvo as analogias transcendentais, tais como as relações funcionais entre micro, meso e macrocosmos. Ele não chegou ao extremo de Carnap, para quem os significados e uma teoria da linguagem são os objetos de maior importância lógica para a ciência, uma visão mais escolástica, segundo Popper. Aliás, é à visão escolástica que Harvey está se opondo. Mas a visão carnapiana é a de distinguir ciência de não ciência através da verificação e da confirmação bem fundamentada. Assim sendo, Harvey era carnapiano: levantou as ideias anteriores e as testou, separando claramente teoria e observação; mas as suas conclusões demonstraram uma evolução do conhecimento parcialmente acumulativo e com mudanças paradigmáticas fortes, o que lembra a historiografia kuhniana. A sua metodologia foi tipicamente anatômico-funcional; não é física ou química e nem tão reducionista a ponto de chegar ao atomismo, pois não era a sua preocupação e é, nesse aspecto, que parece residir seu vitalismo.

Para Harvey, a circulação seria “uma matéria tanto de conveniência quanto de necessidade” para evitar a morte, “uma corrupção que ocorre através da deficiência de calor” (Aristóteles. **Sobre a Juventude, a Vida e a Respiração** 23, 24; **Sobre as Partes dos Animais** II, 7; HARVEY [1952] 1628, p. 296). Portanto Harvey está considerando não algo emergente, mas sim, realmente vitalista. O sangue necessita se movimentar e, para isso, retorna ao coração e é enviado “às partes externas do corpo longe de sua fonte”. Sem este movimento, o sangue ficaria grosso ou congelaria “pelo frio das partes extremas e aparentes, e seria roubado de seus espíritos”; é desta fonte que o sangue receberia “calor e espíritos”. Realmente o sangue transporta calor, mas também nutrientes e outros elementos essenciais ao organismo. Quando ele fala de espíritos, estaria provavelmente considerando aspectos atomísticos com os quais ele não lidou (mas sim Boerhaave) e de temperatura (que ele não calculou, mas que poderia

ter inferido a partir de comparações e por pressionar as mãos em diferentes partes do corpo humano e animal ainda vivos). Harvey associa calor e espíritos ao sangue. Há uma retomada vitalista acrescida de observações: as extremidades, o nariz e as bochechas, por exemplo, se resfriam e podem congelar no frio extremo; os membros ficam mórbidos e parecem ter perdido toda a sua vitalidade. O corpo começa, então, a parecer um cadáver. Essa relação provém de observações clínicas. O termo *espíritos* pode ser entendido como um conceito geral de algo que o sangue conduz e que seja essencial para o corpo sobreviver.

O coração seria o único órgão passível de restaurar vida e calor “ao fluido refrigerado” (sangue frio) e “de onde um novo sangue, quente, imbuído com espíritos” seria “enviado para fora pelas artérias”, sendo, então, “forçado a seguir em frente e todas as partículas recobram seu valor que estava caindo” (HARVEY [1952] 1628, p. 296).

O médico inglês conclui que o coração, sendo resfriado ou apaixonado, leva a toda a estrutura do animal entrar em declínio (HARVEY [1952] 1628, p. 296), concordando com Aristóteles. Ele deriva muitas de suas ideias não apenas de seus experimentos, mas também de ideias mais antigas que poderiam ser apoiadas por esses experimentos de forma indireta, mas que necessitariam de maiores séries experimentais, como a relação acima entre calor e vitalidade. Embora pareça ser de bom senso, não havia evidências experimentais, mas analogias: Harvey relaciona a debilidade por nutrição da fonte, o que diminuiria a força em geral (HARVEY [1952] 1628, p. 296). Os animais sobrevivem “a partir do alimento forjado em seu interior”; portanto há uma necessidade de que “a digestão e a distribuição sejam perfeitas”. O autor deixa clara a necessidade de relacionar a digestão à circulação. Embora a digestão ocupe aqui um aspecto mais direto, sem a necessidade de recorrer a espíritos via pulmões, não houve nenhum experimento direto por Harvey. O alimento seria distribuído pelo coração, pois ele “contém sangue para o uso geral”, segundo as necessidades das diferentes partes do corpo, assim como o coração tem um suprimento para o seu próprio uso (HARVEY [1952] 1628, p. 297). O coração é o único órgão que, por sua constituição e por sua situação, “pode distribuir o sangue na proporção prevista para as diversas partes do corpo” (idem). Para tanto é necessário um impulso ou força para distribuir e movimentar o sangue, o que seria realizado pelo coração, pois o sangue concentra-se em uma única massa a ser forçada nos capilares e veias. O sangue se move da circunferência para o centro, devido ao fluxo ocasionado pelo coração nos vasos e não apenas à ação das valvas. Então a fonte ou coração é

responsável pela ocorrência da circulação, com o auxílio secundário, nas veias, das valvas (HARVEY [1952] 1628, p. 297).

Devemos realizar experimentações sistemáticas para averiguação das razões e causas dos fatos e fenômenos (HARVEY [1952] 1628, p. 297). As causas podem não ser conhecidas, mas deveria haver algo, mesmo que não possa ser comprovado ou avaliado no momento. Em muitos casos, a causa é desconhecida devido a problemas técnicos; em outros, ela se deve a problemas de formulação experimental; em alguns casos pode haver simplesmente falta de curiosidade para realizar uma análise ou formular uma questão específica por algum motivo, como uma teoria que aparentemente contemple a questão como algo resolvido. As averiguações a serem realizadas devem ser simples o suficiente para levar a alguma conclusão que não deixe margem a dúvidas.

A circulação em Harvey permite a aplicação externa de remédios, como plantas medicinais, como se elas fossem tomadas internamente, pois “as veias, por seus orifícios, absorvem algumas das coisas que são aplicadas externamente e as carregam para dentro”, assim como o mesentério absorveria o quilo a partir do intestino e o carregaria junto com o sangue para o fígado, uma analogia interessante, mas com um grau de absorção menor. Está claro que Harvey deduz a presença de poros, embora a ideia fosse antiga, mas ele a utiliza de forma diferente, e talvez não muito corretamente. O quilo seria misturado com o sangue, já modificado, levando à transmutação e à sanguificação (HARVEY [1952] 1628, p. 298). Aqui Harvey sofreu alguma influência alquímica em oposição à sua visão tipicamente macroscópica. O material encontrado no sangue seria apenas sangue e não há separação aparente nas suas “propriedades sensíveis” (HARVEY [1952] 1628, p. 298).

Harvey relacionou o desenvolvimento animal, sua outra linha de pesquisa, à circulação. No seu tratado sobre a circulação, ele levanta as questões que pretende apresentar nos seus trabalhos posteriores: qual a sequência de formação das partes no desenvolvimento? Por quê? Qual a causa da formação dos membros? Como? Como o coração toma consistência? De onde viria o sangue? Por que um pulso indicaria morte e outro, recuperação? As respostas seriam obviamente obtidas por experimentação com demonstrações visuais, de forma simples e direta (HARVEY [1952] 1628, p. 298).

Harvey não considerava “o coração como uma parte distinta e separada em todos os animais”, embora alguns animais não o tivessem, como os zoófitos, devido à sua

simplicidade, sua textura macia e sua “mesmice uniforme”. Neste grupo, alguns realmente não têm coração, como os espongiários, mas outros, como as minhocas, têm, mas de uma forma diferente da que Harvey conhecia. Harvey achava que esses animais não necessitariam de propulsores de sangue e, conseqüentemente, de nutrientes, pois seus corpos seriam conados, i.é, com órgãos associados desde o nascimento, homogêneos e sem apêndices. Portanto ele simplesmente os descartou por sua aparente simplicidade. A contração e o relaxamento do corpo seriam suficientes para consumir, expelir, mover e remover o alimento. Outros animais, como caracóis e lesmas, apresentam uma parte que pulsa (provavelmente Harvey estaria se referindo ao esfíncter, uma abertura externa que pulsa nesses animais e por onde entra o ar para o pulmão; os corações pulsam internamente e se assemelham mais aos de minhoca do que aos de vertebrados) (HARVEY [1952] 1628, p. 299). Aqui não é possível definir exatamente o que está sendo descrito. Harvey menciona o uso de lupa; portanto a observação deve ter sido externa. Além do mais, a maior semelhança entre os corações de caracóis com os de minhocas levaria Harvey a desconsiderá-los. Parece que Harvey estava interessado na análise comparativa de modo a apenas discutir analogicamente e universalmente a circulação e o desenvolvimento humanos, fixando-se principalmente nos animais mais semelhantes aos seres humanos.

Apenas os animais maiores e mais sanguíneos necessitariam de um propulsor para o fluido nutritivo, que exerceria muita força (HARVEY [1952] 1628, p. 299). Há certa razão: quanto maior um animal, mais desenvolvido é o seu coração. E esses animais apresentam sangue vermelho. Mas há coração menos desenvolvido nos menores. Harvey percebeu que apenas os animais com pulmão apresentam dois ventrículos (HARVEY [1952] 1628, p. 299).

Harvey continua nesse capítulo a descrever o coração e o material associado a ele: os suspensórios já eram conhecidos por Aristóteles como *nervos*; eles suplementariam a força do batimento cardíaco e estariam presentes em todos os animais; como evidenciados nos corações internamente macios de alguns animais, cuja maciez estaria relacionada aos pulmões mais esponjosos e à valva tricúspide, por exemplo (HARVEY [1952] 1628, p. 300). Do modo pelo qual eles estão estruturados, é óbvio que os ventrículos contraem e empurram o sangue. Harvey relata haver diferentes graus de fechamento das valvas tricúspides, entre a aurícula e o ventrículo direito, que formam uma linha de três pontas “e nem parecem ter sido construídas com igual cuidado em todos os animais nos quais elas foram encontradas” (HARVEY [1952] 1628, p. 301).

Harvey observou que as valvas mitrais, que separam a aurícula do ventrículo esquerdo, são maiores, mais fortes e fecham melhor que as tricúspides; portanto, não só evitam o regurgitamento do sangue sobre as veias pulmonares, como também são essenciais para o sangue fluir, já que coração deveria ser “a fonte e o reservatório do sangue” (HARVEY [1952] 1628, p. 301), embora o mesmo não se aplique ao cérebro; os pássaros, por exemplo, não têm ventrículos no cérebro, embora os mamíferos os tenham, uma analogia interessante que faz lembrar as antigas ideias gregas sobre o cérebro ser o chafariz do sangue. Portanto, Harvey critica a antiga visão da circulação, agora já descartada. Já o coração geralmente tem um ventrículo ou dois acoplado(s) a uma aurícula ou duas, embora possa haver um saco análogo a uma aurícula em animais com uma única aurícula e, aparentemente, sem ventrículo. As aurículas pulsam, contraem e empurram o sangue, como foi demonstrado (HARVEY [1952] 1628, p. 301). Ele também percebeu que o abdômem auxilia na circulação do sangue nos insetos, assim como na respiração.

Ainda falta uma questão a ser abordada: Qual é a causa movente de batimento cardíaco? Os animais apresentariam um espírito movente, assim como movimentos locais onde os órgãos são contráteis. Portanto há causas materiais e mecânicas. Os corações com estrias bem aparentes, como nos animais maiores e mais fortes, batem mais fortemente do que aqueles que lembram vesículas sanguinolentas. Harvey percebeu que o mesmo ocorre nos fetos. Ele conclui, então, que as aurículas e os ventrículos armazenam, rápida e temporariamente, o sangue para impulsioná-lo através do corpo. Esta última é a função primária do ventrículo, pois as aurículas armazenam e enviam sangue para eles. Desta forma, aumenta-se a eficiência mecânica da propulsão, permitindo aos ventrículos contraírem-se “mais prontamente e mais eficazmente” para expelir o sangue, pois esse já está em movimento. Esse movimento é análogo ao do jogador de futebol que aproveita um rebote para chutar uma bola mais eficazmente e mais longe (HARVEY [1952] 1628, p. 301).

O autor percebeu que, quanto mais denso e compacto fosse o coração, mais grossas seriam as suas paredes; as mais fortes e mais musculosas seriam as aurículas para forçar e preenchê-lo. Mas, em alguns animais, “a aurícula se apresenta como uma vesícula sanguinolenta, como uma membrana fina contendo sangue” (HARVEY [1952] 1628, p. 302). Aqui o coração estaria funcionando mais como uma bexiga muscular e não como uma bomba. Harvey está preocupado em demonstrar que o coração é responsável por mover o sangue, sendo semelhante a uma bexiga, sem acessórios para auxiliar na sua propulsão. A aurícula direita

poderia igualar o tamanho do ventrículo. Esse estado mais musculoso já está presente no estado fetal do coração, sendo evidentemente responsável pelo fluxo de sangue no coração (HARVEY [1952] 1628, p. 302). É necessário que a aurícula envie sangue para o ventrículo.

Harvey menciona e concorda com Hipócrates que o coração seja apenas um músculo, com as mesmas funções e o mesmo modo de funcionamento de todos os demais, e salienta que poderíamos inferir ambos a partir de suas fibras e de sua estrutura geral, com fibras correndo retas, transversal e obliquamente em relação umas às outras (HARVEY [1952] 1628, p. 302). Ele descreve as fibras circulares do coração, que seriam semelhantes às fibras do esfíncter e que contribuem para que a coluna cardíaca seja puxada e, conseqüentemente, para a expulsão do sangue.

Harvey demonstra a “soberania do coração” sobre a circulação do sangue e acredita que o cérebro comanda o coração (HARVEY [1952] 1628, p. 301). O coração seria a primeira parte a existir e há nele “sangue, vida, sensação, movimento ainda antes que o cérebro ou fígado o fossem” (HARVEY [1952] 1628, pp. 302-303), uma visão vitalista. Não houve experimentos que abalzassem todos estes pontos de vista. O coração já estaria preparado para se movimentar e coordenar a circulação antes de haver sangue; o sangue já circulava pelo feto anteriormente à circulação própria, como Harvey havia demonstrado. Mas a circulação se inicia apenas quando o próprio coração começa a bater, como ele mesmo salienta. Portanto entendemos que a vida propriamente dita, de forma objetiva, iniciar-se-ia quando o coração fetal começa a bater. Só haveria vida quando o coração batesse (HARVEY [1952] 1628, p. 301-302). Na realidade, o cérebro não é a causa movente principal do coração, embora haja alguma influência. Haller é que demonstra esse fato, posteriormente, com estudos mais aprofundados.

Apesar de todas as experimentações e observações, muitos médicos não aceitaram a sua visão, inclusive os aspectos mais básicos e elementares, levando Harvey a questionar a posição deles. Por exemplo: a *artéria venosa* não pulsa, mas era considerada como artéria; e há pulso na *veia arteriosa*; então qual o critério de demarcação? Estas considerações terminam por ser paradoxais, pois o pulso arterial “é derivado do impulso do sangue” pelo coração. Além do mais ambos os vasos se diferenciam também em relação à “grossura e à força das suas túnicas”, como visto acima; portanto as artérias é que conseguem sustentar o choque ocasionado pelo impulso do coração por serem mais fortes (HARVEY [1952] 1628, p. 303). A crítica se deveria não apenas à falta de critérios, mas à necessidade de demarcação,

como demonstrado pela experiência – que era a proposta de Harvey. Ele observa que, quanto mais próximas as artérias estejam do coração, mais elas se diferenciam das veias em estrutura: elas seriam mais fortes e mais *ligamentosas*, “enquanto que nas partes extremas dos corpos, como os pés e mãos (...), as duas ordens de vasos são tão semelhantes que é impossível distinguir ambas com os olhos”. Essas observações não só levam à dedução de Harvey quanto às anastomoses, como também refletem a sua causa: “a natureza perfeita não faz nada em vão e (...) quanto mais próximas as artérias estiverem do coração mais elas diferem das veias”. Harvey observa cuidadosamente, faz reflexões e relaciona causas com efeitos, e se atém aos fatos, mas com um prisma de finalidades funcional e causal. A estruturação e a finalidade funcional foram bem estudadas e elaboradas por ele. Nesta estruturação e elaboração ele acabou seguindo muito adiante em relação aos antigos gregos, onde as estruturas terminais dos vasos devem ter contribuído para a sua confusão e a utilização do conceito de *neurônio* e de uma passagem imaginária de *pneuma* pelo circuito. Harvey não se deixou levar por divagações anteriores ao experimento, mas sim se permitiu elaborar teorias fortemente baseadas em fatos experimentais e analogias. As demonstrações realizadas por Harvey implicariam na inexistência ou na pouca quantidade de *pneuma* livre nas artérias. E os vasos mais remotos também provêm do coração cuja propulsão fornece força para tais partes, embora ela seja diminuída e quebrada pela distância, como Harvey havia percebido. É o coração que impulsiona o sangue e faz preencher as artérias. A massa de sangue divide-se, seguindo as ramificações desses vasos até as divisões mais finas e semelhantes, funcionalmente, às veias, os capilares (HARVEY [1952] 1628, p. 303).

Harvey correlaciona o pulso a doenças inflamatórias nas diferentes faixas etárias, aos dentes, tumores, estados histéricos, à asfixia e a uma constituição fraca (HARVEY [1952] 1628, p. 303). Isto é deduzido da sua teoria geral da circulação. Não há valor terapêutico geral, mas induções clínicas a partir das suas observações unidas às generalizações obtidas de seus experimentos. Harvey procura utilizar deduções secundárias e não primárias; e a discussão não é apenas argumentativa, baseia-se em alguma análise observacional experimental que indicaria um caminho dedutivo mais factual a partir das generalizações em sua teoria baseada em experimentos; ele chega a avaliar os pulsos com os dedos. Já é possível admoestar os cirurgiões sobre os riscos de uma amputação, pois, na remoção de membros ou tumores, o sangue que escapa com força provém de artérias, o que leva à necessidade de torniquete (HARVEY [1952] 1628, p. 303).

Devido ao choque mais potente do ventrículo esquerdo, a artéria pulmonar tem a estrutura e a grossura de uma artéria; as veias são mais macias e finas (HARVEY [1952] 1628, p. 303). O sistema circulatório estaria adaptado às suas funções e se adequaria às suas necessidades específicas, algo pautado vital e mecanicamente, mesmo quando tais necessidades não estivessem claras ou analisadas devidamente.

Harvey procurava realizar deduções pautando-se em aspectos físicos e nas adequações parciais ou totais das funções para o tamanho do corpo e das necessidades corporais gerais. Realmente, Harvey observa que os pulmões têm artérias e veias por conterem uma grande quantidade de sangue, noção obtida “por experiência e inspeção ocular” (HARVEY[1952] 1628, pp. 302-303). Portanto, é possível que todo o sangue passe pelos pulmões, e que haja um circuito fechado. Não só é possível, mas é o mais provável, lógico e demonstrável (HARVEY [1952] 1628, pp. 303-304).

Em uma época anterior à existência de biotérios, o acesso a esse material era imprescindível. Os cervos reais foram disponibilizados pelo Rei Charles I, amigo pessoal de Harvey, que utilizou, em suas análises, várias espécies animais, como peixes, assim como cadáveres humanos, além de fatos e acontecimentos que ilustrassem suas descobertas ou se relacionassem a elas.

Ele é cuidadoso, ao fazer a análise física, para obter resultados palpáveis, exequíveis, repetíveis, e preferencialmente simples. Aqui ele é mais mecânico, visualizador e realizador, contrapondo-se às suas hipóteses, inicialmente metafísicas, para procurar comprová-las ou rechaçá-las. Aliás, ele reflete o ponto de vista de Popper: nada impede que uma teoria seja inicialmente metafísica, desde que seja demonstrável, falsificável e refutável, caso seja falsa. Aliás, metafísica não é nem ciência exatamente, por ser, a princípio, infalsificável (HACKING, 2008).

Harvey procura fazer observações visuais e experimentos neutros, utilizando noções de hidráulica (portanto mecânicas), imagens comparativas, análises matemáticas simples, compressões nas extremidades, disseções e vivisseções em diversas partes do corpo e em uma ampla escala de seres vivos, principalmente em vertebrados, cujos vasos e os corações poderiam ser mais facilmente observados, deduzindo logicamente o que não fosse observado (eventualmente utilizando lupas para verificar detalhes menores), visando a demonstrar indutivamente como a circulação ocorreria. Desse modo, não restou muito espaço para os espíritos vitais, a não ser que esses espíritos estivessem acoplados ao sangue e implicando

outros tipos de análise. Essas análises potenciais requereriam uma visão mais atomística, fora do escopo da proposta de Harvey; as observações experimentais seriam mais indiretas e visariam a elementos menores. Este tipo de análise levaria a métodos e pontos de vista similares aos de Boerhaave. Para Harvey, estes elementos menores poderiam ser mais “espirituosos”, uma visão relativamente conservadora.

O modo de análise de Harvey era essencialmente anatômico-funcional, não mais uma *Œconomia Animal*, como entre os gregos, nem exatamente uma Fisiologia Ferneliana, tipicamente dedutiva a partir da Anatomia. Ele apresenta uma visão diferente, com experimentações, embora embasada em questões antigas, devidamente referenciadas e iniciadas na história natural, e no modo aristotélico de trabalho, com *historia* e *silogismos*, mas modificados. A sua Anatomia é experimental e funcional, com cunho moderno.

A experimentação é nitidamente uma interferência racional e observacional para retirarmos conclusões específicas— algo moderno - e formarmos um quadro geral, mais sintético e imagético. Realmente, a sua visão é vitalista, como Henry (1997) acredita, mas um vitalismo próprio, com base e consequências mecanicistas. A sua visão é, principalmente, mecânica, apresentando propriedades emergenciais e uma metafísica. As suas bases de inquirição são em princípio metafísicas, tanto no sentido transcendental como geral e hackniano e também vitalistas. A sua metafísica se torna mais hackiniana durante e após as suas experimentações. As suas conclusões têm aspectos metafísicos e vitalistas. Nesse ponto, há uma diferença para os cientistas modernos: a metafísica em ciência, quando considerada, é mais no sentido hackniano. Embora esses aspectos vitalistas e metafísicos possam ser parcialmente considerados como conservadores, eles impulsionam Harvey a eventos e aspectos novos, modificando as diretrizes clássicas para algo mais factual e não meramente especulativo. Os experimentos em Harvey não deixam margem a tantos erros quanto os experimentos anteriores realizados pelos gregos.

Em Harvey, percebemos a importância da metafísica para o avanço científico: sem imaginar a possibilidade de um tipo de fenômeno, não haveria progresso. E Harvey teve uma postura correta: analisou experimentalmente os fatos para comprovar as suas hipóteses, portanto ele foi moderno neste sentido. O seu conhecimento sobre os gregos antigos, principalmente sobre Aristóteles, mostra que ele era extremamente culto e podia avaliar o conhecimento antigo. E reavaliou esse conhecimento Antigo e Renascentista, sob um novo modelo experimental,

neutro e embasado nas ideias revolucionárias da Universidade de Pádua, assim como nas de Bacon, ao mesmo tempo que utilizava o aristotelismo.

A prioridade dada por Harvey à experimentação e aos fatos em relação às teorias, aos raciocínios lógicos e às argumentações é um caminho árduo, louvável e difícil, mas que traz ao conhecimento o que escapa ao entendimento mais apurado (HARVEY, [1952] 1649, p. 305).

A Ciência deve nascer do conhecimento prévio e nenhuma ideia certa deverá ser definida apenas pelos sentidos (HARVEY, [1952] 1649, p. 305). Então, segundo Harvey, para realizar algum experimento é necessário haver um conhecimento anterior estabelecido para ser contraposto a uma nova análise “a partir dos sentidos”; é o conhecimento anterior que permite levantar as hipóteses de trabalho. E os antigos não estariam necessariamente corretos: o conhecimento deve avançar, mas em bases práticas e experimentais bem feitas, não em práticas dúbias e conclusões baseadas principalmente em conjecturas teóricas. Há acumulação de conhecimento, assim como mudanças paradigmáticas.

Harvey está consciente da ausência de um sistema terapêutico ligado aos seus princípios de anatomia funcional. Ele pretendia editar uma **Anatomia Médica** ou uma **Anatomia em sua Aplicação na Medicina**, assim como Riolan o fez, mas isso não poderia ser realizado de forma leviana e indicando apenas “as bases das doenças a partir dos corpos dos sujeitos saudáveis e de discussão sobre as diversas doenças que fazem a sua aparição de acordo com os pontos de vista que outros nutriam sobre elas” (HARVEY, [1952] 1649, p. 305), o mesmo ponto de vista que ele apresenta no seu **Sobre o Movimento do Coração e do Sangue nos Animais**. Harvey considerava que poderia relatar as doenças a partir das suas próprias dissecções em corpos “de pessoas adoentadas, exauridas por sérias e estranhas doenças, como os órgãos internos foram modificados em sua situação, tamanho, estrutura, forma, consistência e outras qualidades sensíveis a partir de suas aparências e formas naturais” (HARVEY, [1952] 1649, p. 305). Portanto as avaliações das doenças proviriam das alterações na anatomia normal e só poderiam ser avaliadas em cadáveres de pessoas doentes. Sendo assim, as generalizações só poderiam ser feitas desde que de maneira sistemática e específica, com respostas do tipo sim ou não, sem deixar quaisquer dúvidas sobre o que teria ocasionado a doença. Tal conhecimento seria aplicável posteriormente em pessoas doentes, pois haveria uma base sólida para a inspeção dos doentes, a qual auxiliaria no “avanço da filosofia e da fisiologia” (HARVEY, [1952] 1649, p. 305). Harvey deve estar se referindo tanto à Filosofia Geral, com influência aristotélica, quanto à Filosofia Natural, ligada à experimentação e que

também pode ser reportada a Aristóteles. Quanto ao termo *fisiologia*, Harvey parece ter sido influenciado pela visão ferneliana, pela natureza da circulação, além de deduções a partir da anatomia; aqui também parece haver a influência de Aristóteles, o que fez Harvey considerar mais a experimentação em *Œconomia Animal*. A anatomia funcional descrita apresenta uma visão tipicamente harveyana, influenciada pela *Œconomia Animal*, pela *Physiologia*, por Aristóteles e por Jean Fernel, e pode ser considerada uma fisiologia experimental como cunhada posteriormente por Claude Bernard. O vitalismo nas ciências biológicas continuou após Harvey e Bernard, como observado nos trabalhos de Canguilhem (2010) e Bergson (1998, 2005).

A Anatomia, como uma arte manual, adequava-se ao entendimento do experimento (*experimentum*), com olhos e mãos como fontes de experiências primárias. Foi assim que Harvey a tratou, mas com uma diferença: além dos experimentos, ele fazia experimentações, um modo de trabalho mais próximo do Fisiologista Experimental. E por ser essencialmente indutivista, Harvey parte tanto de suas descobertas quanto da sua discussão sobre as ideias de Galeno ainda existentes. O aceite das ideias provenientes dos livros não seria Ciência para ele. Harvey opõe-se a Galeno por seu indutivismo e por seu modo de experimentar. Portanto, os conceitos de diástole (dilatação) e sístole (contração) em Galeno, onde a diástole suga ativa e vigorosamente o sangue para o ventrículo, opõe-se à tese e aos resultados experimentais de Harvey.

Harvey utilizava suposições, mas tomou muito cuidado para estabelecer a verdade dessas suposições ao prosseguir com a sua argumentação. Uma primeira progressão que ele desenvolve parte do efeito para a causa: a causa é materialmente suspeita, mas não é reconhecida formalmente como a causa. Um exemplo desse tipo de progressão é o caso de um fluido de quantidade limitada, o sangue, que é mantido em movimento constante em uma única direção, que é o efeito; então ele se move de uma maneira que retorne repetidamente pelo mesmo caminho; assim, ele se move em círculos, que é a causa. Segue-se um estágio intermediário: é o trabalho do intelecto, testando para verificar se esta é uma causa conversível com o efeito, eliminando as demais possibilidades. Isso leva à dissecação e à demonstração ocular; o movimento apropriado do coração é a contração, não a expansão, já que o coração e os vasos do coração sempre têm sangue. Desse modo, o movimento é semelhante ao de uma bomba. O pulso das artérias (diástole arterial) corresponde à sístole cardíaca, que é a causa do pulso. Isso leva à análise lógica: o sangue é transmitido continuamente pela ação do coração no sentido veia cava - artérias em uma quantidade

impossível de ser obtida diretamente do digesto. Ele confirma através da mensuração da massa do sangue por unidade de tempo. A suposição de que sob a influência do pulso arterial o sangue entra e flui continuamente pelo corpo em quantidades maiores do que a fornecida pela digestão é confirmada por experimentos usando ligaduras. Uma segunda progressão, a causal, é reconhecida formalmente através dos efeitos apropriados. Por exemplo, a ação bombeadora do coração, que impele o sangue em um círculo através dos pulmões e dos vasos – as causas - pois isso implica em fenômenos de pulso e quantidade limitada de sangue que pode ser mantida em movimento através do corpo. Estas causas refletem o aristotelismo presente em Harvey.

O silogismo é bem evidente nas apresentações de Harvey, como no caso da sua definição de coração: o coração (objeto de estudo) é um órgão que deve suprir o corpo com um fluxo de sangue em uma quantidade finita (termo intermediário que caracteriza a função principal do objeto), é um órgão que está construído para produzir um movimento circular neste sangue (predicado que provê uma descrição anatômica geral do órgão, que é detalhado nos predicados causais remanescentes); isto é, um órgão que possui um ventrículo esquerdo operante, com entrada e saída valvular não regurgitadora, e com partes cardíacas adicionais que se adequam às necessidades da espécie (um predicado que apresenta a causa formal, a estrutura anatômica descrita teleologicamente e em relação ao movimento do pulso e do coração) e que é composto de tecido muscular e de outros que são necessários a essas partes (predicado que identifica a causa material e os tipos de tecido necessários para esse órgão) para que haja a circulação do sangue (predicado que especifica a causa final, ou função do órgão) por uma contração rítmica e periódica (predicado sobre a causa eficiente, precisa, da circulação, o movimento aproximadamente feito). As causas individuais aqui são os termos dos predicados. Esta é uma inversão devida ao raciocínio *a posteriori* a partir de um efeito particular: um fluxo quantitativo de sangue, devido aos fatores causais necessários para produzi-lo (WALACE, 1996, pp. 9-4, 396-400).

Harvey realizou uma demonstração clássica, aristotélica, para o movimento circulatório, mesmo sendo um galenista. Os seus ensinamentos não eram aceitos por dois metodologistas, Francis Bacon e René Descartes. Bacon foi paciente de Harvey e deve ter participado de algumas de suas conferências. Percebemos que há alguma influência de Bacon sobre Harvey: os silogismos foram trabalhados experimentalmente de forma como se fossem questionados por um tribunal altamente inquisitivo, de forma parcelada, com experimentos cruciais indicando o caminho a seguir e as suas conclusões finais. Desse modo, observamos que

Harvey lidava tanto com a metodologia hipotético-dedutiva, de Aristóteles, quanto com o indutivismo baconiano. As suas experimentações refletiam ambos os pensamentos, de forma complementar. Ambos os sistemas de pensamentos e metodologia de raciocínio e de trabalho não se mostraram tão conflitantes talvez devido ao modo sintético do trabalho de Harvey, que foi brilhante.

A visão experimental de Harvey permitia diversos raciocínios baseados puramente em experimentos e lógicas claros. Um deles era o de espíritos. Como havia apenas sangue fluindo nos vasos, os espíritos só poderiam estar fluindo no ou com o sangue, não estariam separados dele – ou então, alternativamente, poderiam não existir - o que só poderia ser comprovado experimentalmente por outros modos de análise que não fossem puramente anatômicos, como os dele. Isso originou diversas discussões com os seus pares, pois muitos fisiologistas acreditavam que o corpo fosse animado por espíritos.

Descartes, que conhecia os trabalhos de Harvey, acreditava que a verdadeira causa da circulação fosse a efervescência do sangue devido a algum tipo de ebulição, o que lembra as especulações de Aristóteles. Mas isso era pura especulação, pois Descartes não havia entendido a diferença entre sístole e diástole, o que apenas um praticante da Anatomia e da Fisiologia conseguiria entender, ou alguém da área biológica. Isso mostra que nem todos os modos de pensar a Física seriam aplicáveis à Fisiologia.

Harvey enfatizou o experimento. A ciência experimental teria uma vida mais independente do que usualmente aceitamos, pois é antiteórica. A representação é interessante, mas como consequência; a intervenção (experimentação) é mais interessante e foi muito negligenciada, pois isso interessa mais a alguém com gosto mais científico, como Harvey. Harvey era um experimentador, um vivissecionista, para quem as teorias anteriores pouco explicavam por serem principalmente discussões e teorias excessivamente argumentativas e pouco baseadas na prática experimental. Nele, os experimentos apresentavam uma vida independente, mas relacionáveis à racionalização e, portanto, à teorização baseada em fatos tangíveis, metafísicos, no sentido de realismo científico. Harvey, como experimentador, preocupava-se com uma representação verdadeira e real.

Harvey, como indutivista, estava mais próximo do baconismo do que do carnapismo, pois Carnap considerava o discurso científico como algo com significado, mas baseado em proposições gramaticalmente corretas e sem metafísica. Nesse ponto, ele estava mais próximo de Popper, para quem a Metafísica poderia ser pré-cientificamente correta e poderia gerar uma ciência falsificável, mas que seria uma ciência verdadeira, real. Harvey se preocupava

com a possibilidade de falsificação<sup>8</sup> da sua teoria, de tal forma que fazia diversos experimentos capazes de demonstrá-la ou confirmá-la, ou não, sem teorizar demais. Ele realizava as suas proposições verificando a sua possível falsificação.

Harvey, de certa forma, estava criando uma imagem da Ciência baseada em silogismos, experimentação, indução e modelagem a partir dos fatos e da razão. Harvey procurava por critérios racionais e experimentais para distinguir entre a Fisiologia, uma ciência, e o absurdo ou uma especulação mal formulada. Havia uma tradição mais antiga, de Platão e Aristóteles; para este último, o conhecimento real, a Ciência, seria um conhecimento derivado por demonstração dos primeiros princípios, por experimentos e pelo raciocínio; o conhecimento derivar-se-ia dos fatos e da lógica associada a esses fatos. Esse foi o caminho seguido por Harvey. Ele contrapõe-se a Galeno, que também fazia experimentações. Portanto Harvey foi moderno por questionar as ideias antigas e por lidar com uma experimentação seriada, diferente da antiga forma de experimentar entre os gregos, excetuando Galeno.

Harvey foi um anatomista experimentador com forte influência naturalística e filosófica de Aristóteles. O médico inglês foi um filósofo naturalista, que usou pragmaticamente a Filosofia assim como a experimentação.

Harvey, diferentemente de Hacking (2008), não favorecia as entidades teóricas, mas as entidades reais demonstradas pelos experimentos seriados e pelos sentidos. Ambos minimizavam a teoria, mas Harvey sabe do valor de uma teoria gerada pela experimentação bem direcionada, onde se usa a razão e experimentos sequenciais, realizados apenas após outro que indique a direção correta a seguir. Harvey reconhece o valor histórico de adequação e descoberta, e que há certo acúmulo de conhecimento, mas que também mudanças devem ocorrer. Razão e Realidade estão relacionadas: é a razão que dita como o experimento deve ser, e o experimento indica o raciocínio posterior. Harvey, como cientista, enfatiza o experimento. Há incomensurabilidade entre a sua teoria e as teorias anteriores. Um novo estilo de pensamento, fortemente embasado em idéias antigas, mas reavaliadas à luz de novas idéias e de novos modos de trabalhar a experimentação. Harvey se baseou no pensamento e no modo de trabalhar de dois grandes experimentadores do passado, Galeno e Aristóteles,

---

<sup>8</sup> Utilizamos o termo no sentido popperiano: a teoria deve ser comprovada por meio de aplicações empíricas das conclusões que dela se possam deduzir. A finalidade dessa prova é verificar até que ponto as novas consequências da teoria respondem às exigências da prática suscitada por experimentos científicos ou por aplicações empíricas das conclusões que delas se possam deduzir. Selecionamos predições deduzidas da teoria e outras que não o sejam. Confrontamos tais predições com os resultados das aplicações práticas e dos experimentos. Se tais resultados forem comprovados, a teoria terá, pelo menos provisoriamente, passado pela prova. Se a decisão for negativa – i.é, se as conclusões tiverem sido falseadas – esse resultado também falseará a teoria da qual as conclusões foram deduzidas (POPPER, 2004).

recontextualizando-os à luz de Bacon e de sua época devido às falhas teóricas apresentadas por eles. A incomensurabilidade e o novo estilo de pensamento, em Harvey, demonstram a tese hackiniana quando se relaciona a teoria com o mundo. A incomensurabilidade e os estilos de pensamento são reais. O uso de analogias apresenta certa similaridade com o idealismo e com a teoria do espectador: eles podem levar a uma dificuldade insuperável, mas as analogias bem elaboradas e sem chegar a extremos podem levar às respostas corretas; elas podem agir como metáforas que agilizam o levantamento de hipóteses, experimentos e teorias. É necessário representar para interpretar o mundo, pois esse é extremamente complexo para nós. Porém que algo estava errado já era pressentido.

Há uma incomensurabilidade entre teorias, assim como entre os estilos de pensamento e de ação. O uso de analogias devidamente elaboradas, sem abuso e sem chegar a extremos, pode levar à solução das questões científicas, quando, por exemplo, elas agem como metáforas, agilizando o levantamento de hipóteses, a realização de experimentos e o desenvolvimento de teorias. O uso indevido dessas analogias pode levar a dificuldades insuperáveis. Harvey demonstra que necessitamos realizar experimentações e desenvolver representações para interpretar a realidade; ela é muito complexa para que a entendamos apenas interagindo cotidianamente com ela. As antigas representações sobre as funções dos vasos e do coração estavam erradas; os vasos estavam lá, mas uma nova interpretação era necessária.

O Realismo harveyano se baseia no que é percebido visualmente. As suas entidades são necessariamente reais, não ficções. Portanto, são demonstráveis experimentalmente. As teorias não são tão literais, mas devem se aproximar disso. Isso implica no que realmente sabemos, ou, pelo menos, no que acreditamos. É o conhecimento, que se baseia na realidade. Seria estranho conhecer sem considerar que a entidade realmente existia. Há um ingrediente ontológico: as teorias são verdadeiras ou falsas. Uma determinada teoria existe em virtude de como o mundo é. Também há um ingrediente causal: se uma teoria for verdadeira, os termos teóricos da teoria demonstram as entidades que causam os fenômenos observáveis. Ao descartarmos o *pneuma* e o movimento do sangue pelo septo e os substituímos por sangue e vasos sanguíneos, estaremos substituindo uma entidade teórica causal por outra que seja real e por um fenômeno demonstrável. E há um componente epistemológico: é necessário acreditar nas teorias ou nas entidades, ao menos, em princípio.

As análises experimentais de Harvey, realizadas de forma a obter uma resposta mais contundente e apoiadas por análises comparativas e analogias, permitiram delinear a circulação. Harvey, com seus experimentos, aliados a análises exploratórias bem feitas,

conseguiu, obter resultados melhores que muitos de seus antecessores e sem se deixar influenciar fortemente pelas teorias dos mais antigos. Todas as teorias teriam que se embasar fortemente em experimentação e análise.

Após Galeno, por muito tempo, não houve nenhuma mudança de visão e, portanto, mudanças de teorias. Nesse sentido, apenas Harvey havia realmente levantado objeções devido às falhas nas teorias anteriores, apresentado novas hipóteses e uma forma mais detalhada e mais fechada de experimentação, sem especular em demasia.

Harvey fez diversas análises fetais, principalmente relacionadas aos seus estudos sobre o desenvolvimento em aves e mamíferos. Ele utilizou muitos ovos para este tipo de análise, aquecendo-os e retirando a casca para verificar a cada dia os estágios fetais do embrião e de suas partes. As observações de Harvey eram feitas paulatina e cuidadosamente, sendo invariavelmente replicadas para verificar exatamente o que estava ocorrendo, evitando erros de análise e, conseqüentemente, de interpretação dos fenômenos. Assim não haveria espaço para a consideração de exceções ou monstruosidades, mas sim do normal, do não patológico, do básico, do universal. Ele parecia procurar um mecanismo de funcionamento geral, surpreendia-se com as variações entre os indivíduos e, proporcionalmente, não se surpreendia tanto com as variações entre as diversas espécies. Ele foi extremamente curioso, observador, metuculoso, analista e, em todos os momentos, procurava por relações entre os elementos que ele havia observado com algo maior e mais amplo. Essas relações são principalmente mecânicas e, eventualmente, vitalistas.

## 2.2. As concepções de Haller e o seu impacto sobre a Fisiologia Moderna.

Segundo Rudolph (1991), Albrecht Von Haller<sup>9</sup> foi uma das figuras mais importantes da Fisiologia Experimental e dominou o período pré-bernardiano, algo mais anatômico-funcional e após os grandes avanços na Fisiologia do séc. XVII, com descobertas espetaculares como as de Harvey, levando Cassirer a considerar o término da organização das ciências nesse século (RUDOLPH, 1991, p. 15). É claro que Haller teve um grande mérito por si mesmo, mas pôde se beneficiar do que já havia sido realizado anteriormente, como a descoberta da circulação. Haller teria tido mérito, provavelmente com ideias mais simples, mesmo que houvesse vivido

---

<sup>9</sup> Médico, poeta e naturalista suíço; nasceu em outubro de 1708 e morreu em novembro de 1777 (Wikipédia, Setembro de 2013).

em algum período anterior. A sua metodologia, engenhosamente desenvolvida e aplicada, perdurou e marcou os séculos seguintes, pois teria permitido levar a uma exatidão muito maior nas Ciências Biológicas. Para Rudolph (1991, p. 16), o gosto de Haller pela Medicina foi despertado por um médico praticante em Bienne, um cartesiano dogmático que teria provocado no adolescente Haller uma aversão pela especulação e pelos sistemas filosóficos; esta aversão seria fruto da imaginação de Rudolph.

Haller iniciou os seus estudos em Medicina em Tübingen sob a tutela de Jean George Duvernoy de Montbéliard, que o incentivou nos estudos de Anatomia Comparada quando percebeu seu interesse por essa área.

A Universidade de Leiden foi decisiva para a sua formação científica. Seus mestres em anatomia foram o jovem Bernard Albinus e o octogenário Frederick Ruysch; este lhe ensinou o seu método de injeção vascular de mercúrio, injetado nas últimas ramificações dos vasos. Haller, ao contrário de Ruysch, estudava o sistema vascular em relação aos órgãos e não como algo em si; desse modo, Haller promovia a Anatomia Topográfica. Ele precisou a divisão do sistema arterial funcionalmente relacionado à Fisiologia. A estreita ligação entre estrutura e função, considerando a sua unidade funcional, o fez interpretar a Fisiologia como uma “anatomia animada”. Haller definia *fisiologia* como

um discurso sobre aquilo em que consiste a vida, essa que é sagrada, e onde estão os seus efeitos. Denomina assim a sua economia animal, trataria dos usos destas partes e seus objetos são denominados [de] coisas conforme as leis da natureza [...]. Essa não é aquela parte que a medicina começou a adotar; ela supõe alguns conhecimentos anatômicos e algumas atenções sobre as funções das partes animais que só serão capazes de serem aperfeiçoadas na continuação dos séculos [ou seja, após alguns séculos] (DIDEROT e outros. **Encyclopedie**, Suplemento de 1777, in RUDOLPH, 1991, pp. 16-17).

Aqui há uma influência de Fernel, para quem a *Fisiologia* corresponderia às deduções a partir da Anatomia (funções e patologias); de Aristóteles, pela Anatomia Comparada e pelas observações e experimentos, com visão ampla e universal; de *historia*, a atenção ao funcionamento das diversas partes do animal e à experimentação geral dos antigos gregos em *Œconomia Animal* e a submissão às leis naturais; e ainda de algum tipo de vitalismo (RUDOLPH, 1991, p. 17).

Haller foi professor da Universidade de Göttingen e começou editando, expandindo e criticando as *Lectures*, as **Praelectiones Academicæ in Propriis Institutiones Rei Medicæ** (1739 – 1744), do grande Hermann Boerhaave, professor de Teoria da Medicina da Universidade de Leiden. Boerhaave lidava com as grandes funções do corpo: nutrição, circulação, origem do sangue, respiração, reprodução e com as ações dos sentidos e dos órgãos principais. Haller foi fortemente influenciado por Hermann Boerhaave, um excelente teórico e clínico, professor brilhante e com um saber enciclopédico (RUDOLPH, 1991, p. 17). Haller expandiu os trabalhos de Boerhaave; ele trabalhou e escreveu na área de Fisiologia independentemente das ideias de Boerhaave, pois a Anatomia estava se desenvolvendo rapidamente após 1725. Descobriam-se e aprofundavam-se os estudos sobre ossos, ligamentos, músculos, vísceras, vasos e nervos. Ele apregoava fazer uma nova Fisiologia a partir de uma boa Anatomia e de bons experimentos. Esse foi um dos princípios da Fisiologia Experimental, como Ciência no sentido moderno. Portanto ele foi moderno e um fisiologista experimental neste aspecto. Se a antiga Fisiologia e a antiga Ciência se voltavam mais para o raciocínio teórico por ser mais nobre, essa nova Ciência baseou-se fortemente na experimentação. A antiga Anatomia e a nova Fisiologia, a Experimental, estão no mesmo nível hierárquico e têm a mesma importância. A experimentação é o único Oráculo, é a indicação do caminho que deve ser seguido para se obter o conhecimento verdadeiro, os resultados e a maneira de trabalhar que devem ser considerados. Ele acreditava na erudição e queria, inclusive, conhecer os antigos, seu saber e seu método (observação e experiência) combinando-os com os estudos contemporâneos (RUDOLPH, 1991, p. 17), no que lembra Harvey.

Boerhaave desenvolvera tendências modernas de metodologia científica; Haller as teria levado ao apogeu devido ao seu método com indução e refutação do apriorismo, a introdução sistemática da experimentação nas ciências da vida (JOURDAN *in* RUDOLPH, 1991, p. 78).

Haller também seguia os princípios de Francis Bacon, os quais teriam derrubado os vestígios da escolástica aristotélica. O experimento seria uma experiência provocada por ação reflexiva e voluntária (*experientia quæsita*); a experiência realizada por si mesma ocorreria ao acaso, mas, em havendo um objeto pesquisado (*quesita*), levaria o nome de *experiment*; apenas as séries metodicamente ordenadas de experimentos (*experiments*) permitiriam dominar a natureza (BACON. **De augmentatis scientiarum**. *In* RUDOLPH, 1991, p. 78), pois seriam científicas por permitirem aumentar o conhecimento da natureza e, portanto, dominá-la. Observação e experimentação dominavam o trabalho de Haller (assim como o de Harvey).

A fisiologia deveria explicar as forças musculares dependentes da vontade, assim como “a transmutação dos alimentos em humores vitais” que sustentariam os corpos e permitiriam a reprodução humana. E esse é um empreendimento muito grande para ser realizado por um único homem (Prefácio ao **Elementha Physiologique Corporis Humani**. Lausanne, 1771. *In* RUDOLPH, 1991, p. 78). O problema não seria tanto o aristotelismo, mas a escolástica. A experimentação aristotélica realmente necessitava de um avanço, algo que o baconismo permitiu, mas a escolástica e a sua teorização extrema é que realmente impediam o desenvolvimento do conhecimento.

Inicialmente, devemos compreender a estrutura do corpo humano. Ele é composto por inúmeros elementos. Não é o suficiente conhecer sua estrutura. Após a época de Fernel e Harvey conheciam-se as leis da circulação do sangue, a refração da luz no interior do olho e a química da linfa, mas a maior parte da fisiologia ainda era desconhecida. O conhecimento completo da fisiologia não pode ser obtido apenas a partir de cadáveres. É necessário comparar a organização das partes do ser humano com a dos outros animais, tais como aves, peixes, insetos e quadrúpedes, remetendo ao modo aristotélico de trabalho. E não é suficiente estudar animais mortos, também é necessário vivissecioná-los. Um corpo inanimado não possui movimento; faltaria ao pesquisador que analisasse apenas cadáveres todos os movimentos de um corpo vivo (RUDOLPH, 1991, p. 19). Desse modo, a Fisiologia assume um aspecto diferenciado do da Anatomia. O estudo anatômico serve apenas como base estrutural para análises posteriores.

Para Haller, escrever sobre Fisiologia é explicar os movimentos internos dos corpos animais, as forças que sustentam a vida, as mudanças de humores. Estas considerações remetem à nova Fisiologia, mesmo que ele considere ainda os humores, como Galeno e os antigos gregos. Tal visão permitiria apresentar uma ligação para com a Química, mais moderna e um aprofundamento em Física. Esta nova visão é reforçada pela consideração que Haller faz sobre a necessidade do conhecimento de Física, principalmente Hidráulica, na nova Fisiologia. Esta nova visão, misto de Anatomia, Mecânica e Experimentação realmente originou a nova Fisiologia Experimental, com questões provenientes principalmente da antiga Anatomia, que era experimental, e da Fisiologia, como uma Filosofia Natural, baseada em Anatomia Animada. Ele considerava igualmente importante a teorização e a Filosofia, ao contrário da consideração de Rudolph (1991). Esse é um caminho inicialmente ferneliano e culmina na Fisiologia Moderna como uma síntese de visões e modos de trabalhar: a

anatomização lidaria com o *quê* e com o *como* com as descobertas e com os experimentos; o fisiologista entraria com o *porquê* e com as causas.

A finalidade principal dessa nova Fisiologia é a descoberta das causas, utilizando o método anatômico de experimentação – isto é, o como e o que acontece para desvendar o porquê. A mesma pessoa conduz a Anatomia e a Fisiologia, mesmo que fossem disciplinas inicialmente diferenciadas e de status diferentes. Uma revisão sintética ocorreu. Haller também iniciou uma Anatomia investigativa para analisar uma função a partir do animal vivo, e não apenas a partir de dissecções, como Harvey fizera anteriormente.

Haller também utilizou o método baconiano de indutivismo em Fisiologia. Este método recorre fortemente à experimentação e ao raciocínio pós-experimental para delinear fatos e fenômenos.

François Magendie, no seu livro de Fisiologia para uso dos estudantes, em 1826, considerava-se o criador da Fisiologia Experimental, lançando os seus princípios; portanto, o termo Fisiologia Experimental foi cunhado antes de Claude Bernard e o seu conceito também era anterior. O objetivo de Magendie era mudar o estado da Fisiologia, com a redução da Fisiologia à experimentação e com a introdução do modo indutivo de Bacon na Fisiologia. Muitas de suas experimentações envolviam a retirada ou a reinserção de órgãos nos corpos de animais vivos para analisar as suas funções, um procedimento recorrente mesmo após a fixação da Fisiologia Experimental, no Séc. XX. Mas Harvey e Haller já utilizavam os mesmos princípios anteriormente. Desse modo, havíamos passado da análise do órgão para a função, a partir do fenômeno fisiológico, na procura por uma explicação anatômica, embora ainda empregássemos análises anatômicas. Vemos novamente a formação da Fisiologia Experimental, uma recorrência a partir do modo de trabalho anatômico da velha escola com o indutivismo e com a experimentação.

A Fisiologia tornaria os movimentos internos e externos ao corpo algo animado. Consequentemente, para conhecermos a fisiologia – circulação sanguínea e seus movimentos, respiração, desenvolvimento etc. – seria necessário o sacrifício de alguns animais. Uma experiência bem realizada invalidaria as ficções elaboradas e sustentadas por anos. Essa crueldade é mais necessária para o estudo da Fisiologia do que para as demais artes e é o que mais contribui para o desenvolvimento dessa ciência. A autópsia de cadáveres de pessoas que morreram devido a alguma doença é um procedimento útil e esclarece a origem das funções

lesadas (RUDOLPH, 1991, p. 79). Tal raciocínio evoca Fernel e Harvey. Novamente a Fisiologia deriva-se da Anatomia e relaciona-se ao funcionamento do corpo e às doenças, como descrito para a antiga Fisiologia por Cunningham (2002, 2003).

Para Haller, são os movimentos que fundamentam a Fisiologia, incluindo aqueles movimentos das menores partículas, os elementos formadores do corpo, invisíveis aos olhos e apenas capazes da percepção ordinária, trivial. São necessários equipamentos para penetrar nas pequenas dimensões, como o microscópio, para observarmos os movimentos dos espermatozoides. Outros artifícios seriam necessários para chegarmos aos limites do visível, como os das arteríolas, das vênulas e das fibras nervosas. É necessário fazer a análise com circunspeção e a descrição de forma paciente (Prefácio, p. vi, *in* RUDOLPH, 1991p. 79).

Nenhum experimento deve ser realizado uma única vez; a verdade só pode ser extraída como o resultado invariável das experiências repetidas, ou séries de experimentos, pois fatores alienantes podem surgir em algum experimento. As repetições descartariam esses imprevistos e gerariam resultados quando proviessem das mesmas condições. Mesmo que ocorra uma natureza variável, o resultado revela o seu sentido e a sua vontade apenas a partir da repetição (RUDOLPH, 1991, pp. 79-80). Aqui novamente observamos a meticulosidade similar entre Haller e Harvey, assim como a sua teleologia. Mas observamos que Haller é mais indutivista e mecanicista, com perguntas mais profundas e de um nível hierárquico mais baixo. Parece que aqui não há nenhum modelo metafísico no sentido transcendental. Aqui reflete-se o que discutimos em Harvey sobre o indutivismo: a verificação experimental, as confirmações obtidas por experimentações seriadas e o indutivismo como base para a Ciência, com observações precisas e experimentos conduzidos com cuidado para formar gradualmente hipóteses e teorias. Novamente não há a problemática carnapiana da linguagem e os seus significados, como em Harvey, mas tampouco uma formação imagética de hipótese, diferentemente de Harvey.

A Química em Haller é um tipo de Anatomia. Quando se aplicam esses métodos e se reduzem sólidos a partículas, tais como sais, óleos e água, ela informa as propriedades do sangue, da urina, dos ácidos graxos e dos demais produtos orgânicos como se fosse uma dissecação anatômica mais profunda. A Fisiologia é uma descrição dos movimentos da máquina animada, e todos esses movimentos de partículas seguem as leis da Física – Hidráulica, Mecânica, Hidrostática – e, portanto, devem ser incluídos na Fisiologia. Tal transferência de pensamento deve ser harmônica com a máquina viva. Por exemplo, um líquido que escoar por um tubo

rígido nada ganha, mas, quando o sangue flui pelas artérias, a sua velocidade é alterada devido às mudanças no seu calibre (Prefácio, p. vi, *in* RUDOLPH, 1991, pp. 79-80).

Haller considerava importantíssimo, no seu método, um conhecimento, tão completo quanto possível, da literatura científica da Antiguidade e não apenas da época moderna. Mas ele reconhecia que as descobertas dos 120 anos anteriores haviam feito com que a pesquisa e o conhecimento avançassem ainda mais do que nos séculos anteriores (RUDOLPH, 1991, p. 80). Assim como Harvey, ele reconhecia a importância dos antigos para a Fisiologia, mas, diferencialmente, não como ponto inicial.

O tratado **Elementha Physiologiae Corporis Humannis** (1757-1766, de oito volumes), de Haller, oficializou o surgimento da Fisiologia moderna (RUDOLPH, 1991). Este tratou a Fisiologia de uma forma completa como nenhuma ciência, com todos os fatos observados, com todas as visões adquiridas, livre de hipóteses, segundo o próprio autor, que relata cada descoberta e cada observação útil para a análise (DEZEIMERI. **Dict. Hist. Med.** *in* RUDOLPH, 1991, pp. 80-81). Este trabalho foi bem ordenado, com precisão de estilo, pormenorizado – inclusive com relação às partículas -, com discussão aprofundada das opiniões emitidas até então, incluindo as menores matérias relativas à Ciência. Haller, aparentemente, realizou uma revolução por banir as hipóteses vãs sobre as quais a Fisiologia teria erigido o seu domínio e fez do seu **Elementha** o primeiro tratado útil de Fisiologia, sendo integrado aos laboratórios de pesquisa no séc. XX. Essa obra foi complementada pelo seu **Bibliotheca Anatomica** (Zurique, 1774 – 1775, reimpr. 1969) (RUDOLPH, 1969, p. 81).

Segundo Rudolph (1991, p. 81), Haller é um indutivista extremo e apresentou o seu método didático na explicação dos **Institutions** de Boerhaave (1739) e no **Primae Linæ Physiologiae** (1747), este destinado aos estudantes e que teve um enorme sucesso até o final do séc. XVIII (atualizado por MECKEL & SOEMMERINA, 1788), tendo sido traduzido para o francês. Esse método teria vários componentes graças à sua metodologia em Fisiologia: é histórico, bibliográfico, didático e orientado para observação e experimentação por se servir dos princípios de indução e de dedução. Portanto Haller não foi puramente indutivista, como Rudolph faz crer.

Haller não teria sido comedido ao desenvolver um programa, mas este se realizou como consequência, como evidenciado na parte experimental de sua obra. As suas pesquisas, principalmente as mais importantes – sobre irritação, a partir de 1739 – fizeram surgir

diversas publicações científicas. A fase do amadorismo em ciências estava praticamente terminada; isso se deve principalmente à importância que a experimentação passou a ter no novo espírito científico entre 1670 e 1745, com os problemas específicos que dela derivavam. A Fisiologia também deixa de ser amadora, libertando-se da razão abstrata. A Ciência teria os seus próprios motivos de crença e ainda apresentaria técnicas mais complexas, o que originaria análises mais complexas. A Ciência se torna a única fonte de certeza (**Elementa...**, p. 195 in RUDOLPH, 1991, pp. 81-82).

No seu **Mémoires sur La Nature Sensible et Irritable des Parties du Corps Animal par M. Alb. De Haller**, em quatro volumes (Lausanne, 1756 – 1760), há uma impressão viva do laboratório fisiológico oitocentista que, praticamente, insere o leitor em sala de aula. Haller desembaraçava as propriedades da matéria e penetrava na mecânica dos fenômenos: ele seguia experiência por experiência (RUDOLPH, 1991, p 82). É este seguir “experiência por experiência” que faz com que pensemos em um indutivismo extremo, o que apoiaria a tese de Rudolph. Mas as práticas experimentais de Haller fazem crer que ele tinha hipóteses de trabalho, o que o leva mais para um indutivismo baconiano, talvez com algo aristotélico, e reforçam a necessidade de haver dedução.

O tratado **Dissertações sobre as Partes Sensíveis e Irritáveis do Corpo Animal** (1760) apresenta discussões e diversos experimentos de Albrecht Von Haller, com uma anatomia funcional da velha Escola de Anatomia, mas praticamente como se estivesse lidando com uma Fisiologia Experimental de cunho anatômico, mais moderna. Muitas das suas análises eram seriadas; outras, individuais. Mas todas elas pareciam de alguma forma se integrar em uma visão mais ampla, um funcionamento ligado à irritabilidade, esse um assunto clássico em Fisiologia, segundo Hall (1975, pp. 3-5). Para isso, lidou com análises comparadas sob um prisma médico, algo comum para a época (HALL, 1975). Até 1800, as análises orgânicas apresentavam um cunho médico e seriam realizadas essencialmente por médicos, mesmo em uma análise comparativa (idem). Mas, em Haller, esta visão está mais ligada a uma Física-mecânica-funcional. Mas parece que tanto Harvey quanto Haller se preocupavam com algo mais geral do que aplicável às ciências médicas. Haller procurava definir o que é vida e o que é sensibilidade.

No **Dissertações...** (1760) Haller desenvolveu 28 experimentos e vivisseções. Ele lidava com os corpos vivos de diversos animais procurando por questões vitais mais gerais. Alguns destes experimentos eram bem específicos: ele demonstra que óleos saíam dos olhos dos ani-

mais; que muitos morriam com os olhos abertos; que estes perdiam o brilho após a morte; o coração retirado ainda batendo de um animal pequeno, quando jogado em água fria, cessava de bater, embora ainda seja passível de irritação mecânica após alterações térmicas em diferentes partes deste órgão; os músculos do fêmur perdiam a reação aos estímulos logo após a morte do animal, independentemente da irritação realizada sobre eles. Outros experimentos são mais elaborados. Os intestinos apresentam movimentos peristálticos próprios, de contração fácil e rápida, como se estivessem de prontidão e sendo passíveis de se fecharem entre dois pontos de referência. Foi possível perceber que o ar dos intestinos segue em direção ao estômago e que o intestino apresenta um brilho e um forte engrossamento. Desse modo, Haller já está indicando uma delimitação experimental que separa os animais vivos daqueles que estão mortos, sendo algo praticamente passível de generalização sobre os seres inanimados (embora, mesmo para ele, ainda não coubesse tal generalização): a capacidade de irritação e de resposta dos músculos. Em outro experimento, com gatos, uma substância grudenta, saindo livre do corpo, fecha as pálpebras e a bexiga, a qual se esvazia após a cisão dos músculos do baixo ventre. Tal substância se torna dura e carnuda, de forma lenta e contínua.

A atenção de Haller voltou-se para o funcionamento do coração; a sua “orelhinha”, ou aurícula, ainda apresentava batimentos após cento e dez minutos de vivisseção (Harvey e Aristóteles já haviam percebido que o coração continuava a bater sob vivisseção, relacionando o batimento do coração com a possibilidade de vida, como uma capacidade vital), enquanto que o diafragma e o intestino já haviam perdido a sua irritabilidade (1760, pp. 2-5). A aurícula esquerda ficou batendo durante quarenta e cinco minutos; sempre que esse batimento cessava, a sua parte final continuava a bater dentro do peito aberto do gato. Haller distinguia bem o batimento da veia pulmonar esquerda, inserida na parte de trás da veia cava; essa se contrai e empurrava o sangue pelo *sinus*, o qual se contraía por sua vez, e repunha o sangue na veia (1760, p. 6). Assim, Haller percebeu haver um movimento contínuo de sangue, embora a aurícula possa parar de bater. Haller conseguiu perceber esse movimento, o que Harvey não havia conseguido anteriormente; não está claro como foi que ele o conseguiu. Provavelmente, Haller utilizou uma lente de aumento melhor e utilizou mais a variação térmica para avaliar a situação; a sua visão também era um pouco diferente, mais fisiológica, com novas ideias e hipóteses, o que pode ter contribuído para avaliar melhor o batimento cardíaco e a sua importância para a circulação – embora a demonstração geral de Harvey não houvesse sofrido nenhuma mudança, mas apenas um aperfeiçoamento. “Há um movimento um tanto semelhante ao da veia cava que faz com que o sangue desça para o tronco e retorne

alternadamente para o coração” (1760, p. 5). O batimento da veia pulmonar é posterior ao do *sinus* esquerdo. “Após a primeira ação, o sangue segue adiante pelo *sinus*, seguindo pelas artérias até a outra veia” (idem).

A veia pulmonar “sofre” com a batida da veia cava inferior. Haller chegou a experimentar esse fato assoprando a veia pulmonar. Esta se contrai sozinha eventualmente. Às vezes a ponta de sua “orelhinha” (aurícula) esquerda desce junto com ela. Com a agitação do *sinus* esquerdo, essa veia aparece como que “aplicada” à parte anterior do coração. Há um sincronismo nos movimentos da veia cava e da veia pulmonar. “O sangue e o ar que elas contêm descem e retornam para o mesmo lugar” (1760, p. 6). Há um trabalho anatômico funcional experimental: Haller fez vivisseção, permitiu que o fluxo de sangue continuasse, mas também interferiu, inserindo ar nas veias para verificar os detalhes do fluxo, e não mais uma dissecação com sopros em vasos mortos, como muitos outros autores anteriores. A busca é pelo movimento do sangue e pela irritabilidade dos vasos, assim como por sua complacência, passos que vão além da antiga visão anatômica.

Após cem minutos, a “orelhinha” esquerda e o seu *sinus* ficam sem movimento, porém a “orelhinha” esquerda conserva o movimento do coração. Após as veias cava e pulmonar se contraírem com vivacidade, elas enviam o ar para o coração, que o faz retornar para a veia logo depois (um experimento mais profundo e específico, com mais recursos do que os de Harvey, cujos experimentos eram mais gerais e relativamente mais anatômicos. Ambos os experimentos se complementam de forma perfeita, sem quaisquer contradições lógicas nem experimentais). Já na veia coronária, o ar ficou separado do sangue (não há elucubrações; apenas o fato do ar estar alojado na veia). Então, o ar, normalmente, não se dissolve nas veias e, aparentemente, só há sangue nos vasos, salvo por algum tipo de interferência e um contacto direto com o ar, de forma forçada por dissecação ou vivisseção, como o experimento realizado por Haller. De outra forma não haveria ar nas veias. O ar, aparentemente, não se misturaria com o sangue. Então, o *pneuma*-ar dos antigos estaria errado; o *pneuma*, no máximo, teria que estar de alguma forma diluído no sangue, mas não há subsídios experimentais para isso.

Haller observa o sangue retornar pela veia coronária, alternando-se com o da veia cava, após “o espaço de uma libra”. Ele percebe o movimento por um longo tempo até que a “orelhinha” e o *sinus* esquerdos perdessem os movimentos. O seu correspondente da direita contrai-se como um parafuso; o sangue nos troncos venosos e na veia coronária é empurrado “contra a sua foz” (p. 8). Após cento e trinta minutos de vivisseção, o porco já estava aparen-

temente morto, mas o coração conduzia “tranquilamente o ar insuflado” por Haller, sem provocar maiores movimentos (p.8). Posicionando o coração de forma que o *sinus* esquerdo ficasse de frente e descobrindo a “orelhinha” esquerda com as duas veias pulmonares do lado esquerdo, Haller percebeu um batimento dessa veia contra duas ou três da veia cava. Tais contrações são sincrônicas. A veia pulmonar e o *sinus* esquerdo param, mas a veia cava continua a bater após cento e dez minutos.

O fluxo e o refluxo de sangue foram repetidamente analisados por Haller. Ao pressionar o coração e o ar, esse retorna sem dificuldades para o *sinus* esquerdo (p. 10). A aurícula direita perdeu o seu movimento, que durou menos do que aquele da veia cava. Essa contração da veia cava ocorre quando o movimento se extingue. Esse movimento é o refluxo do sangue proveniente do *sinus* esquerdo e reflui pela veia pulmonar. “Esse refluxo é análogo àquele da veia cava; é mais uma contração da veia pulmonar” (p.10). Haller analisou as contrações interrompidas entre distâncias conhecidas e ainda bem visíveis após duas horas de vivissecção na continuação da veia pulmonar. Essas contrações são sincronizadas àquelas do “início de uma veia ou outra” (p. 10) (se há refluxo, então poderíamos questionar o papel das valvas sobre o movimento do sangue). A veia cava apresenta mais batimentos antes da veia pulmonar com apenas um batimento dessa última como resposta. Ela batia sozinha, permitindo ao *sinus* esquerdo conservar o seu movimento.

Após três horas de vivissecção, Haller insuflou a veia cava abdominal, e o movimento regressou. A veia “se contrai justamente em direção ao septo que liga a sua foz ao *sinus* direito” e apresenta pulsações mais regulares com intervalos mais longos. Após 10 a 12 contrações da veia cava, as “orelhinhas” e o ventrículo respondem com apenas uma contração, o que é considerável “para a partida da veia mais próxima do *sinus*”. O *sinus* fica imóvel e o animal fica frio. O intervalo de pulsações da veia pulmonar pode ser de um minuto. A veia cava reduz as contrações quando espetada por agulha, mas os ácidos não interferiram nas contrações da artéria pulmonar ou da aorta (HALLER, 1760, pp. 10-11). Aqui, Haller avalia a influência do preenchimento da veia sobre o seu movimento, o tipo de movimento que a veia pode apresentar e a direção do sangue no sistema. É no *sinus* que está a origem do movimento cardíaco, assim como a sincronicidade do ritmo cardíaco.

Haller avalia os movimentos peristálticos dos intestinos, que se sustentam. Uma incisão após duas horas de vivissecção mostrou duas eminências da túnica arenosa, que retornam para si mesmas e se emaranham na membrana externa; o lado superior tem três polegadas; o de bai-

xo, duas. Uma porção retirada do intestino ficou irritável durante minutos; ela se contraía ao ser cutucada. Após uma raspagem com escalpelo, Haller percebeu bolsinhas cujos altos se tocam, o que permitia a visualização do peristaltismo. Qualquer friagem permitia a observação do peristaltismo. Após três horas, os intestinos ainda se contraíam quando irritados.

Percebemos que Haller tem uma visão mais mecânica e específica da circulação e do intestino, com experimentações que aprofundam a visão de circulação do sangue de Harvey, mas sem visar especificamente a uma teoria geral de circulação e, sim, a uma teoria de irritabilidade na circulação e a um mecanismo mais detalhado da circulação. As suas mensurações não procuram fazer uma malha teórica da circulação, mas sim, uma visão do mecanismo de funcionamento do corpo. O tempo é fator relevante na vivissecção. O tempo de vida está ligado à capacidade de sobrevivência do órgão ou tecido e à irritabilidade. Insuflar os vasos era uma técnica muito empregada em estudos anatômicos, mas não o uso de ácidos. Haller utiliza técnicas diferenciadas daquelas dos seus antecessores.

Haller também realizou experimentos com lagartos, “um grande marco”. As escamas são capazes de se retraírem, bloqueando qualquer movimento mais durável que o do coração (pp. 12-13). O coração do lagarto tem uma base semelhante a um cartão e ponta simples. A aurícula é muito grande, com dois cornos laterais e um mediano. “O coração e a aurícula se contraem e retornam alternadamente e relaxam regularmente durante duas horas, e o sangue é enviado e sai pela abertura do ventrículo golpeando para o ponto” (p. 13). Ele não está preocupado em estudar a anatomia, mas com a mecânica do movimento e com a irritabilidade.

Em um experimento com vivissecção, realizado em um gato, Haller teve a infelicidade no momento em que foi “retirar uma porção crânio, de ferir o músculo longitudinal, onde existe muito sangue, mas, aparentemente, ele não faz muita falta. É melhor fazê-lo abrindo o osso temporal” (p. 14). Desse modo, Haller desenvolve, então, um trabalho anatômico-experimental, com certo cunho disciplinar antigo, e aspectos de uma Fisiologia Experimental básica com algo de Anatomia Forense.

Nesse experimento, Haller irritou a membrana dura na sua superfície exterior e descobriu onde há um pouco de sensibilidade. E inseriu uma sonda entre a “pele” mole e a dura. Estimulou-a com cócegas na parte interior e picadas, o que originou um pequeno sinal de *sentimento*<sup>10</sup>. O cérebro subia com a respiração, reduzindo-se na inspiração. Ele teorizou que

---

<sup>10</sup>Devemos entender aqui sentimento como sensação com alguma reação aparente.

o cérebro não subia e ou descia com a respiração, mas que se tornaria alternadamente maior ou menor. “Du-rante a inspiração, a face sensível de seus hemisférios desincha e deixa uma falha; nasce entre ela e o cérebro uma cavidade. Durante a expiração esse intervalo se espaça e o cérebro encos-ta na falha” (p. 15). Então ele considerava a possibilidade de haver sensibilidade nas partes superior e inferior do cérebro, assim como uma relação entre o tamanho do cérebro e a respi-ração. Ele não apenas conhecia os antigos gregos como era algo conservador neste aspecto. O cérebro poderia ser o centro da sensibilidade corpórea ou um centro de refrigeração, neste contexto? É pouco provável. Para Haller, há uma sincronia entre ambos, provavelmente devido à sensibilidade no cérebro, mas o cérebro não se movimenta.

Uma sonda inserida de forma a atravessar o cérebro permitiu uma série de experimentos. Foi dirigida para parte posterior do cérebro, como se fosse perfurá-lo, e às convoluções, mas permitindo que ele apenas tombasse, sem perder o *sentimento*, pois o animal continuava sensível à irritação da pele e berrava incessantemente. A sua respiração continua perceptível, e de forma violenta. Não haveria sentido em assoprar o miolo (como Haller fizera com os vasos sanguíneos), pois ele está envolto por parede óssea (pp. 15-16). Então o cérebro é um centro ligado à sensação.

Em outro experimento, Haller revê a experiência de Caldani. Ele abre o crânio de um coelho, e sai sangue da cavidade óssea, sob a qual a membrana dura está fortemente esticada e vascularizada. Haller irritou essa membrana externamente através de ferimentos na pele sem que ela apresentasse sinais de dor. Haller inseriu uma sonda entre a membrana dura, superior, e a membrana mole, inferior. Ele fez cócegas na parte interna da membrana dura sem produzir nenhuma marca. O animal ingeriu normalmente o leite e ficou vinte e quatro horas sem nenhum sintoma. Portanto esta face não apresenta sensibilidade (HALLER, 1760).

Em outro experimento com coelhos, Haller descobriu um grande vaso transversal contra a pele e entre as lâminas ósseas, sendo serpenteante e rico em sangue. Novamente Haller descobre a membrana dura e a irrita no lado interno. O animal não parecia sentir as feridas, mesmo após tê-la cortado e estraçalhado. Ele passou uma sonda na parte lateral do cérebro direito sem que o animal parecesse sofrer. Esse só reagiu quando uma sonda foi inserida pela lateral do cérebro até o pedúnculo; o coelho então chegou a ter convulsões e a se curvar.

Outra ferida, que chegava até o ventrículo, não parecia fazer com que o animal sofresse muito, mas ele pereceu quando a sonda foi mergulhada até a moela<sup>11</sup> da espinha (pp. 16-18).

A partir deste ponto, Haller inicia uma parte de seu tratado para responder às objeções contra a sensibilidade dos corpos animados, ou vivos. A análise comparativa também era utilizada por Harvey, sendo algo amplamente disseminado nos meios acadêmicos da época, como Hall (1975) considerou. Talvez fosse influência de Aristóteles em ambos; mas, em Haller, pode ter ocorrido alguma outra influência externa ou simplesmente ele pode ter aproveitado a ideia desse tipo de trabalho de outros pesquisadores, algo menos provável. Essa maneira de trabalhar pode ter sido o modo de alguns pesquisadores avaliarem o funcionamento dos organismos vivos de forma mais objetiva e desapaixorada e sua universalidade. O modo de apresentação e discussão que Haller inicia aqui está claramente fundamentado nas antigas discussões filosóficas e, posteriormente, nas discussões e demonstrações públicas de anatomia que culminaram nas apresentações perante as Sociedades Científicas, que se aliavam às discussões acadêmicas e aos trabalhos escritos e podiam ser defendidas perante uma assembleia de pares. Haller explica que utiliza uma numerosa quantidade de experiências, mesmo que não parecesse sê-lo; é como se tivesse realizado apenas um único experimento bem feito. Parecia não haver a ideia de uma análise estatística, mas para alguns filósofos da Ciência, como Hacking (2008), isso não era problema: apenas um experimento bem feito e correto seria o suficiente para demonstrar o fato em análise; os demais resultados serviriam como orientação para se perceber se o experimento estava correto e funcionando. Os erros, nesse caso, até poderiam ser considerados separadamente, embora não fosse o ideal em um primeiro momento: todos os resultados experimentais deveriam ser considerados para termos estatísticos. É aqui que entraria o talento do pesquisador: é ele quem decidirá qual é o experimento correto devido ao seu manejo experimental, aos resultados obtidos e ao modo como o experimento se comportou. Desse modo, o tratamento experimental de Haller como um único experimento estaria correto. Porém o próprio Haller salienta que

haveria uma oposição a um número inferior, sem obtermos contribuições consideráveis, as quais sabidamente são contrárias por refutarem as opiniões. Com mais experiências se pode ir mais longe, supondo-as exatas (...). As outras críticas não são jogadas fora, pois foram feitas a partir das mesmas experiências e discuti-las seria inútil (HALLER, 1760, pp. 20-21).

Portanto, Haller considerava a necessidade de uma massa de dados para que possamos obter (e considerar) os dados corretos. Há a avaliação contínua através do fazer, que permite a

---

<sup>11</sup> Moela, para o autor é a atual medula espinhal.

sensibilização pela manipulação dos objetos e dos dados obtidos experimentalmente. Os dados “criticados” permitiriam também avaliar os experimentos e os dados obtidos. Não importa a nacionalidade, ou a política; é a verdade experimentada e analisada e o conhecimento verdadeiro que importam (HALLER, 1760, pp. 21-22).

Haller deixou claro que a sua preocupação era com a irritabilidade, independentemente do esforço, da dedicação e do tempo dedicados às análises sobre esse assunto. Essa poderia ser uma obra de vida inteira, algo que permitiria passar para a posteridade o novo conhecimento, as novas reflexões. A verdade é mais importante do que as opiniões, não importa quanto tempo essas existam (HALLER, 1760, p. 22). São as evidências que fornecem as provas para a irritabilidade: um animal cuja pata é irritada a recolhe ou se lastima; ou a avaliação da sensibilidade dos tegumentos contra a insensibilidade dos tendões, da membrana dura e do perióstio. Os animais não escondem a injúria. E todos os animais analisados apresentaram sensibilidade nos nervos, mas não havia sensibilidade diferenciada nas diversas partes da pele. Todos os animais apresentam sensibilidade, independentemente de serem selvagens ou domesticados. E a sensibilidade era a mesma nos mesmos tecidos nos diferentes animais. A ferocidade pode ser diferenciada, mas não a sensibilidade (HALLER, 1760, pp. 23 – 25).

Haller trabalhou tanto sozinho quanto com amigos, o que auxiliou na realização dos experimentos e nas suas denominações, o que não é pouco. Para ele,

As causas estranhas podem introduzir erros nas experiências, o que não é verificado, mas essas causas são separadas à medida que reiteram por si mesmas o mesmo fato, que são estranhas. Após certo número de verificações só restam os resultados que nascem necessariamente da natureza dos animais (HALLER, 1760, pp. 25-26)

Essa é a mesma postura que Hacking (2008) apresenta principalmente devido à sua própria experiência pessoal em Física: são os erros que mostram o caminho experimental correto. Podemos retirar os erros e considerar os experimentos que estão corretos – e como se fossem um único experimento; apenas realizando experimentações é que podemos perceber o que está correto. Para Haller, é a retirada dos erros que permite perceber e manter a verdade, obtida pelo manuseio e pela observação.

Haller cita, de passagem, diversas experiências de diversos experimentadores de seu tempo. A quantidade de experimentos foi muito grande para a época: um mínimo de 28, mas a maioria com, ao menos 42, com um sucesso uniforme, sem deixar dúvidas sobre os tendões, o perióstio, ou sobre a membrana dura (HALLER, 1760, pp. 26-27).

Uma experiência que nunca deu certo seria a de procurarmos por uma parte que fosse sensível às cócegas, mas não à dor. Essa ocorrência poderia se dever à compressão dos nervos que atravessam a membrana dura: caso desse certo, poderia se dever à compressão dos nervos que atravessam a membrana dura. Porém essa seria uma dedução apressada e singular, favorecendo o pequeno espaço da lâmina interna da membrana, e seria contrária à sua natureza e à observação anatômica (HALLER, 1760, p. 27).

Haller conclui que é a ausência de nervos que leva à insensibilidade da membrana dura, pois ela não apresenta sensibilidade quando é estirada. Já a pele, ao contrário, apresenta um grande número de nervos que propagariam a sensibilidade através do tegumento. Portanto não seria

duvidoso que onde os nervos supostamente se infiltrassem e transmitissem à alma o resultado da impressão dos corpos exteriores sobre os órgãos da impressão dos corpos exteriores sobre os órgãos dos sentimentos. Não há mais dúvida de que a sensibilidade, [caso] todas as coisas [permaneçam] iguais, estaria na razão direta do número de nervos (HALLER, 1760, p. 29).

Desse modo, Haller faz conclusões diretas dos seus experimentos – e sempre com a imagem do que seja a irritabilidade e a sua relação com o ser vivo: é algo típico para os corpos animados e um conceito importante em Fisiologia. Os seus experimentos envolvem não apenas dissecação e vivisseção, mas principalmente avaliação da influência de fatores externos sobre o ser vivo, descontando os fatores não influentes. A sua própria visão da circulação era mais uma avaliação relacional, com relações entre os órgãos devido à função integrada e à sensibilidade dos órgãos, do que, especificamente, uma teoria da circulação geral, já bem delineada anteriormente por Harvey.

A dor de dente é uma comprovação da sua teoria, uma analogia semelhante às aquelas utilizadas por Harvey. Essa dor demonstraria que a sensibilidade varia conforme a sua distância para com a medula óssea. Isso é demonstrado pela “anatomia mais exata”, que também demonstra que a “membrana dura não apresenta nenhum nervo que se renda a essa substância” (i.é, que a penetre) (HALLER, 1760, p. 30). Seus dados eram apoiados por diversos estudos anatômicos e por outros pesquisadores, como Meckel, que considerou que os ramos nervosos se perdem “para a membrana dura”. Esses ramos podem sair “dos seus limites no crânio, com a artéria vertebral e a ranhura do atlas e não (...) seguem pela capacidade do crânio” (HALLER, 1760, p. 30).

O “microscópio foi empregado inutilmente para se descobrir [a inserção dos nervos no tendão] e a Anatomia Comparada demonstra que o sentimento não é mais do domínio dos

tendões” (HALLER, 1760, p. 31). Podemos perceber um problema técnico: não se visualizou uma interface devido a problemas com o microscópio óptico ou por sua inexistência? Segundo Hacking (2008), os microscópios não eram nem um pouco confiáveis até 1800, sendo inclusive banidos de diversos laboratórios de Histologia (onde, a princípio, deveriam ser de extrema importância); outro ponto levantado pelo autor é a necessidade de se aprender a observar através do microscópio, o que também é extremamente complexo para a época e até hoje. Esse ponto leva a questionarmos se havia muitos artefatos de técnica que poderiam passar por objetos reais, além de atrapalharem a visualização dos objetos reais. Os experimentos do Abade Spallanzani mostram a possibilidade de analisar facilmente o que é transparente; mas não objetos opacos. Esse último caso deve ser o mais provável. A analogia entre espécies diferentes é que permite averiguar a possibilidade da existência de nervos nos tendões (e conseqüentemente de sua sensibilidade). Sendo inexistentes, ficou comprovada a insensibilidade dos tendões pela falta de nervos, o que comprovaria o papel do nervo na transmissão da sensibilidade. A transmissão por ossos, por exemplo, não seria possível. Portanto não haveria “sentimento” ou sensibilidade, nos pés. Se algum ramo nervoso se prender aos tendões e à membrana dura é necessário que esses ramos sejam muito pequenos, pois são invisíveis ao microscópio (HALLER, 1760, p. 32). Segundo Haller, apenas alguém mais habilitado poderia perceber a (possível) existência desses ramos. Ele considera que, caso existissem esses ramos, eles deveriam cobrir “a dura mater, cuja superfície é igual àquela da superfície do crânio” (HALLER, 1760, p. 32). Haveria a mesma relação com os tendões. Se realmente ocorressem tais ramos, eles transmitiriam a sensação em ambos os locais com uma proporção “inversa da grandeza do nervo” (idem), portanto sendo mais lentos que os das vísceras (com nervos visíveis, mas sentimentos praticamente imperceptíveis, pois os nervos são pequenos). Os rins, por esse motivo, são pouco sensíveis; caso eles se separem, podemos não perceber que eles supurem através da dor, mas apenas pela visualização da urina (HALLER, 1760, p. 33).

Nenhuma teoria anterior exigiria “a insensibilidade da membrana dura, nem aquela dos tendões” (p. 34), uma inconsistência com os dados; portanto as teorias anteriores eram internamente inconsistentes. A autoridade dos antigos falhava frente aos fatos obtidos experimental e consistentemente. Haller deixou bem claro que não pretendia ir contra as antigas teorias e contra os antigos mestres, mas a realidade dos fatos obtidos se impunha por si mesma. A *máquina animada*, com suas secreções e fibras, e com o movimento das suas artérias, funciona diferentemente da teoria nos diversos detalhes. Seria através das descobertas que o universo seria con

quistado, e uma “monarquia universal” se estabeleceria com a sua hipótese, quando o homem seria o criador. É o sistema que deve vencer. Por exemplo: o pulsar do coração não é extensível às artérias; a contração resistiu aos venenos químicos aplicados no escalpo. Portanto, a contração das artérias não é local. Mesmo em preparações de artérias presas em dois pontos, realizadas com os nervos que as rodeavam e com uma régua ao lado, não demonstraram nenhuma contração após um estímulo, a irritação. Esse resultado contraria a teoria do próprio Haller, o que o fez mudar de ideia e ter que reconstruir o seu próprio sistema. Não se devem imolar as experiências aos ídolos, segundo o próprio Haller. Também não devemos aprender com o conhecimento escrito, mesmo quando escrito pela própria pessoa que percebeu o fato, mas sim, com a própria verdade. Hacking (2008) concorda inteiramente com essa posição, e a defende.

Essa seria uma “nova verdade” com diversas pessoas apoiando-as, comunicando-se e apoiando-se mutuamente (HALLER, 1760, p. 37). E esse apoio mútuo é imprescindível para o desenvolvimento do conhecimento e é um tipo de conhecimento realizado pelas pessoas, não pelas letras (HALLER, 1760, p. 37). Talvez seja importante lembrar aqui que o termo latino *scientia*, do séc. XII, significa exatamente isso: *conhecimento*, o que equivale filologicamente, ao termo grego *episteme*. No contexto halleriano, esse conhecimento acopla-se à visão experimental já encontrada nas antigas *physiologia*, *peri physis historia* e *historia aristotélica*. Portanto, esse conceito em Haller remete à teoria grega do conhecimento, modificado na Idade Média para algo mais teórico, e novamente modificado pela Revolução Científica, tornando-se uma forma de conhecimento fortemente embasada na experimentação, além de utilizar o raciocínio (igualmente aos antigos, mas agora mais embasados em experimentação do que em especulação), a lógica e a procura por relações. A sua proposta é clara e específica, baseada em pequenos experimentos parciais, muitas vezes segundo um programa de pesquisa mais geral, ligado à procura por uma teoria da irritabilidade e, por extensão, o que seria uma *máquina animada*. Aqui a procura pelo conhecimento verdadeiro baseia-se na prática do real, não no raciocínio puro, por mais lógico que esse raciocínio seja. A experimentação é a base para o raciocínio, o qual deve se respaldar no experimento e na realidade do que realmente acontece na natureza, em como essa realidade realmente se comporta e como (e se) essa realidade apoia os resultados. Todos os passos da experimentação em Haller correspondem ao real; todo conhecimento deve ser visualizado de alguma forma e levado a público; a comunicação é importante, pois gera trocas de informações e de experiências. Há a necessidade de experimentos e de uma rede de

informações confiáveis sobre o conhecimento e sobre a verdade. Portanto, ele é um fisiologista experimental e moderno.

Diversos experimentos citados por Haller, mas realizados por outros pesquisadores demonstram que os tendões, a *membrana dura* e o pericárdio não apresentam sensibilidade: as feridas do tendão do bíceps, a perfuração dos tendões do homem sem esburacar o sentimento, o pressionar dos tendões humanos sem deixar marcas de sentimento, o corpo dos flexores dos dedos sem causar dor, e a incisão geral dos tendões não mostram haver a sensibilidade (portanto, são insensíveis). Para Haller, um experimento de Acrell pode não ter sido bem feito: um “tendão flexor de um dedo despojado de sua força sem dor e sem acidente, e eu o vi confirmar pelo próprio tendão através das memórias de uma sociedade responsável” (HALLER, 1760, p. 39). Logo, uma análise experimental não deve deixar segundas possibilidades de respostas para um evento experimental. Voltamos, então, à questão de uma única experimentação ter que ser benfeita, tese de Hacking: na realidade, é necessário que façamos ao menos certa quantidade de experimentos, para verificar se o modo de experimentação está funcionando de forma correta. Alternativamente, ao realizarmos a experimentação, observamos – seja pela prática experimental, seja pela lógica – que as séries experimentais, ou parte delas, originam erros que não são adequados às demais, à teoria, ou à hipótese; esses “erros experimentais” podem não permitir que descubramos uma resposta e podem ser analisados como um agrupamento em separado para que seja identificada a origem dos erros, que pode ser algo externo ao experimento, influenciando os resultados. Assim, podemos ter um único agrupamento com resultados “corretos”, que podem ser considerados como um único experimento correto; e outro agrupamento de conclusões com “erros”, que podem formar um grupo que possa ser descartado ou que permita uma análise em separado. Um único experimento, por si só, não levará a nenhuma conclusão relevante. O que, inicialmente, aparenta ser uma conclusão perfeitamente correta a partir de um único experimento leva a algo considerado verdadeiro e que pode ser, inclusive, apresentado perante uma Sociedade Científica. A apresentação “perante uma sociedade respeitável” pode ser de extrema importância a algo aparentemente verdadeiro, mas seria mesmo real? Suturar o tendão de um cão sem causar convulsão é real, mas o quanto se relaciona com a teoria de irritabilidade? Essa análise, feita por Nuck e por outros desde a Antiguidade e mencionada por Haller (HALLER, 1760, pp. 40-41), utilizava remédios violentos na *membrana dura*. Esses métodos teriam sido “beneficamente tombados se a membrana dura estivesse com a irritação das dores que lhes são atribuídas” (HALLER, 1760, pp. 39-40). Novamente surgem eventuais respostas apressadas, como vimos nos experimentos entre os

gregos antigos. A ênfase na repetição experimental permite uma reavaliação e uma ponderação maior do que foi analisado.

Se para Hermann van der Heyden “o ligamento e a cartilagem têm pouco, ou estão prestes a ter, sentimento”, já para Haller, essa evidência o fez entender que elas são insensíveis, pois não é o escrito que vale, mas a experiência, o real. Aqui está uma distinção entre essa *Œconomia Animal*, tendendo fortemente à atual *Fisiologia Experimental*, e a antiga Anatomia, bem como uma forte separação entre nervos e tendões (devido exatamente a essa fisiologia). Esse modo está bem diferenciado daquele dos antigos gregos, para quem o tendão formava uma unidade conceitual e anatômica ligada aos nervos. Portanto há uma separação entre Fisiologia e Anatomia de um modo diferente da proposta ferneliana de Anatomia (CUNNINGHAM, 2002, 2003). O cirurgião Paliani, de Roma, estava convencido “pelas experiências” de que os tendões eram insensíveis assim como “pela anatomia, que lhes refuta os nervos” (HALLER, 1760, p. 42), o que apoia a visão halleriana na separação entre a antiga Anatomia e a nova Fisiologia. As análises no sentido oposto (i.é, quanto aos tendões serem sensíveis), realizadas por Caldani, chegaram aos mesmos resultados que Haller (idem, p. 42). O raciocínio aqui imposto é de extrema valia nas análises e nas pesquisas quando bem empregado, como nesse caso. Nem sempre o raciocínio linear é o melhor para se resolver um problema; as analogias e o raciocínio paralelo também são necessários, pois podem eliminar os erros da linearidade e permitem outras linhas diferenciadas de trabalho.

Haller faz uma crítica a Laghi, denominando-o de “o mais anatomista dos meus adversários” (HALLER, 1760, p. 42), desvinculando-se da antiga Anatomia. A sua Fisiologia é a Experimental, não a Ferneliana; portanto é uma Ciência de cunho moderno. Nesse seu experimento, Laghi rasgou o tendão sem causar dor e “acreditou ter visto que a sua destruição fosse seguida de sentimento” (HALLER, 1760, p. 42), uma conclusão um tanto estranha, com um modo operacional não conclusivo. Ele acreditou anteriormente que as artérias e a *membrana dura* fossem insensíveis, mas aparentemente mudou de ideia (HALLER, 1760, p. 44). Já para Whytt o sentimento é obscuro nos tendões, nos ossos e na membrana dura. Para Lorry, “o tendão solto não sente” (HALLER, 1760, p. 44), o que reforça os experimentos de Haller, assim como a insensibilidade da membrana, das vísceras e do pericárdio (HALLER, 1760, p. 44).

Girard demonstrou a existência de nervos na *membrana dura*, apesar de não haver produzido dor. Isso auxiliaria a tese halleriana de insensibilidade da membrana, mas poderia ir contra

a sua tese de que os nervos seriam os responsáveis pela transmissão da *alma*. Haller se sustenta por

distinguir o nervo do tendão que o acompanha, ligar uma artéria sem interessar aos nervos de descobrir a membrana dura sem se magoar, em distinguir as partes do periósteo, da pleura e do peritônio que percorrem grandes nervos, com os [seus] espaços, que os nervos não passam com muita frequência (HALLER, 1760, p. 48).

A sensibilidade está ligada aos nervos que ficam próximos, inclusive naqueles nervos que ficam próximos às estruturas insensíveis. Assim os nervos transmitem a sensibilidade e são incapazes de sensação. Nessa mesma passagem, Haller coloca a importância de deixar o animal tranquilo após a intervenção cirúrgica inicial, onde se expõem as partes analisadas, para só então avaliar e comparar a sensibilidade dessas partes.

Haller reforça claramente “que pouco ajuda a fé com poucas experiências partindo-se da insensibilidade” (HALLER, 1760, p. 50), o que indica claramente dois aspectos extremamente importantes para uma pesquisa e para os experimentos: a) um número mínimo de experimentos para analisarmos um fato e obtermos a certeza de que o experimento está correto; e b) a negação de um fato através de um experimento pode indicar que o experimento está errado ou que não haja aquele fato suposto. Portanto a falha experimental pode não indicar muito, ou mesmo nada. A partir disso torna-se necessário o raciocínio paralelo, onde a análise de um objeto experimental de forma diferente, seja por oposição direta ou não, é que permite chegar a uma conclusão sobre o fato. Haller então dá crédito aos seus críticos por o terem feito realizar esses feitos diferenciados e contrários aos seus experimentos anteriores. Mas é aí que reside outra parte da genialidade de Haller: ele reavaliou a situação experimental de forma complementar sem esmorecer pelos supostos erros ou ausências de respostas experimentais. Segundo o próprio Haller, as críticas do Sr. Bianchi sobre as suas faltas o levaram a escrever as suas melhores obras de Anatomia (HALLER, 1760, p. 53). Haller considerava-se, então, como anatomista e fisiologista.

Uma crítica de Haller aos seus críticos foi a sua negligência com alguns aspectos básicos dos seus experimentos, como a falta de cuidado com o grau de corrosão de certas substâncias, como o *espírito nítrico*<sup>12</sup> ou o ferro quente sobre os tecidos sensíveis e com a falta de uma separação adequada entre esses tecidos, o que não permitia a análise da sensação nesses mesmos tecidos. Desse modo, perdemos a exatidão das análises e, conseqüentemente, a própria análise. A questão da separação correta dos nervos em relação aos músculos, tendões

---

<sup>12</sup> Ácido nítrico

e outros tecidos é crucial para evitar as imprecisões sobre a capacidade de respostas dos tecidos (HALLER, 1760, pp. 51-53). Desse modo, podemos imputar aos tecidos insensíveis uma sensibilidade que eles não possuem ou convulsões (HALLER, 1760, p. 54). Apenas os efeitos mais potentes em um machucado nas partes mais sensíveis é que poderiam mostrar algum resultado positivo. Muitos atribuíam “sentimentos” aos tendões; eles seriam negligentes. Esse não era o modo fundamental do raciocínio de Haller, mas sim o do que se estabelece sobre os feitos experimentos bem feitos. Para ele, “prefere-se os observadores atenciosos aos cáusticos, que se espelharam, ao abuso dos ferros quentes, onde a força bem se estende (...) nas partes onde o sentimento está em questão” (HALLER, 1760, p. 55). Um bom exemplo é a ação de substâncias químicas, como o antimônio, que podem perfurar as membranas insensíveis e chegar aos nervos cerebrais ou então ser aplicadas a tendões não perfeitamente limpos e livres de tecidos próximos (HALLER, 1760, p.55), o que claramente influenciaria nos resultados. Outro exemplo é a não observação factual de tendões pelos próprios experimentadores. Desse modo, podemos “acusar” erradamente outro tecido por uma insensibilidade apenas aparente, mas não verdadeira (HALLER, 1760, p. 56).

Seu raciocínio também envolve causa e efeito: se um experimentador pode atribuir uma causa de dor ou sensibilidade a algo que, segundo a sua demonstração, seria insensível, sem dar prova de sofrimento e ainda assim produzir um estupor que resultaria de “ligaduras em favor da sensibilidade dos tendões”; essa seria uma ligação errônea. Outro exemplo é a córnea: ela é insensível por estar coberta por tecido conjuntivo; no entanto há ramos nervosos entre essa membrana e a córnea que os “irritam” (HALLER, 1760, p. 59). Não há muito espaço para experimentos vagos. Uma experiência apenas “deveria convencer o homem desprevenido” (HALLER, 1760, p. 60).

Um grande número de experiências positivas é vantajoso em relação a um pequeno número de observações contrárias. O mesmo cão apresentou as mesmas respostas em cinquenta experimentos; então se espera que assim continue (HALLER, 1760, p.61). As críticas veementes a esses experimentos podem permitir a descoberta da falsidade. Há “movimentos na máquina animal” além daqueles “produzidos na alma imaterial” que não eram compreendidos por outros experimentadores. Muitos desses experimentadores defendiam algum sistema adotado; portanto se opuseram aos “erros” que combatiam. É o problema com as paixões (HALLER, 1760, p. 62). E talvez, por isso, é que tenham tentado virar as próprias experiências de Haller contra ele mesmo, chegando, inclusive, a defender Glisson. As experiências que apoiariam

essa visão não se saíram bem. As práticas experimentais podem fundamentar uma crítica “de onde a equidade e a verdade emocionam os fatos” (HALLER, 1760, p. 63-64).

No seu texto, Haller cita, diversas vezes, que está realizando uma nova Medicina. A sua base é totalmente experimental e racional. Os experimentos não devem deixar dúvidas sobre o que se está procurando, quais são os dados obtidos diretamente deles, quais as conclusões possíveis e o porquê delas. O objeto de estudo deve ser devidamente isolado e analisado. Haller também coloca que fez diversos experimentos, “cerca de dois centos” (p. 65), apresentando suas conclusões perante uma sociedade científica, a Academia de Ciências de Göttingen. Não devemos fazer análises apressadas em Ciência, mas sim algo de forma consciente e, portanto, correta. As conclusões são racionais, assim como os experimentos. As injúrias feitas não levam necessariamente à existência de fatos e de teorias; elas podem se tornar “venenos” (HALLER, 1760, pp. 60-68). Os efeitos positivos obtidos experimentalmente derrubam as teorias errôneas, sejam apenas teorias ou testemunhos dos sentidos que vão contra experimentos bem feitos. Isso é uma aversão à verdade (p. 69). Outros erros cometidos por diversos autores foram de ordem puramente anatômica: interseção de artérias do *sinus cavernoso* na *membrana dura*; atribuição dos nervos da pele aos tendões; atribuição de mais nervos ao pé do que ao “miolo”, cirurgias com conclusões tendenciosas (HALLER, 1760, pp. 69-71), e assim por diante. Os mesmos fatos cirúrgicos podem ser considerados diferenciadamente e levados a conclusões diferentes, o que demonstra falhas no raciocínio do experimentador ou no experimento, por algum motivo (HALLER, 1760, p. 74). O que determina quais os corolários que estariam corretos seria uma questão de fundamentação: um exame demonstraria quais os fundamentos estariam corretos (HALLER, 1760, p. 74). Claude Bernard, posteriormente, também alegou ter criado uma nova Medicina, de base experimental, e a Fisiologia Experimental. Haller foi anterior a ele e realmente gerou a Fisiologia Experimental.

As falhas nas conclusões se devem a diversos aspectos quanto “ao conhecimento da anatomia, à execução da observação, ao desinteresse pela crítica, à acuidade dos julgamentos e à fidelidade aos fatos” (HALLER, 1760, p. 72). Experiências pouco precisas ou pouco numerosas e “observações vagas dos fatos mais claros” podem “destruir os fatos” (HALLER, 1760, p. 72). O “apego à verdade” é de extrema importância para a ciência.

Um fator de erro nos experimentos pode ser a “insensibilidade por admiração”<sup>13</sup>, por receio e por estupidez, onde uma dor, mais forte alimenta uma dor menor” (p. 74). Pode haver um “obscurecimento” da sensibilidade ou, no estado de inflamação ou ferimento, levar a uma sensibilização do tendão (HALLER, 1760, p. 75). As experiências com animais em Haller eram sensatas e razoáveis; isso permitiu que houvesse o estabelecimento de diferenças e de similaridades entre eles e os seres humanos, assim como uma espera na identificação das partes sensíveis, como um estudo comparativo para uma análise mais acurada do que seria realmente sensível e do que seria universal. Desse modo, Haller trabalhou a sensibilidade e a irritabilidade através da “tranquilidade mais perfeita” para obter os fatos de forma real, sem interferência externa. Ele buscava a entidade real além dos fenômenos apenas visíveis. A irritação e a sensibilidade se encaixam no conceito de leis fenomenológicas com sentido filosófico (CARTWRIGHT, 2002, p. 1), que lida com aparências: podemos observar diretamente o objeto/fenômeno. Porém elas permitem a geração de leis teóricas, aquelas cujas realidades estão além das aparências e que só podem ser conhecidas através da interferência indireta, no sentido de experimentarmos algo de uma forma muito complexa e com diversas consequências teóricas e práticas. Nesse último sentido, os fatos estão mais próximos das leis fenomenológicas dos físicos do que de suas leis teóricas (CARTWRIGHT, 2002, pp. 1-2), as quais relacionam os fenômenos observados, sendo fundamentais e explanatórias, e não são apenas teorias que explicam os efeitos obtidos dos fenômenos. Não há uma rejeição de teoria, mas de leis explanatórias ou descritivas. Há um realismo científico aqui: os fatos são observados; os próprios fenômenos são reais; não há uma procura por alguma “entidade” descritora, mas por fatos que podem ser inseridos em um contexto mais amplo.

As lesões da pele e de outras partes sensíveis se refletem nos tendões dos animais em estudo, machucados; portanto não se pode alegar haver uma dormência destes tendões em relação às partes sensíveis. Nem os tendões ficam “estupefatos” pelo tempo que dura a irritação provocada na pele. Os tendões simplesmente são insensíveis (HALLER, 1760, p. 77). E não há nenhuma experiência que demonstre a insensibilidade da pele; apenas uma “afobação extrema”<sup>14</sup> levando à ausência aparente de sensibilidade (HALLER, 1760, p. 77).

---

<sup>13</sup> Podemos considerar o termo pasmus como estar diante de algo que não se espera.

<sup>14</sup> O autor refere-se à extrema pressa dos pesquisadores para obterem algum resultado experimental para comprovar alguma teoria.

As partes sensíveis, quando inflamadas, apenas se desviam um pouco mais. Desse modo o nervo de um dente inflamado “não pode sofrer o apego do ar, e nem o olho sofrê-lo com a luz” (HALLER, 1760, pp. 77-78) – i.é, as partes inflamadas tornam-se mais sensíveis ao ambiente externo devido às supurações. Porém, não é o tendão mergulhado em um meio supurado que se torna mais sensível, mas sim, por ter um tecido sensível que até pode ficar mais sensível; “os pulmões supuram todos os dias<sup>15</sup> (...) e a membrana dura sofre devido às feridas do crânio sem que esse estado contra a natureza auxilie na sensibilidade dessas partes” (HALLER, 1760, p. 78). Não era isso que outros experimentadores alegavam, opondo-se às análises mais sólidas realizadas por Haller.

O homem é superior aos animais por “prerrogativa de sua alma”, mas os seus sentidos não são superiores (HALLER, 1760, pp. 78-79). A pele “recebe um número prodigioso de nervos. Ela é móvel e, conseqüentemente, irritável” em todos os animais, como foi demonstrado “pelas crises e pelas convulsões do animal onde se prendem os nervos” (p. 79). A alma está sendo considerada como uma entidade teórica ou como algo real? Os sentidos são entidades reais; provavelmente a alma também fosse considerada como tal, embora talvez não como algo definível naquele momento. Haller já havia criticado a alma imaterial; portanto ele poderia estar considerando a alma como uma entidade material de algum tipo. Esta entidade provavelmente localiza-se-ia no cérebro, onde, para ele, está a sede das sensações. Em muitas espécies o olfato, o gosto, a audição e a visão estão “aperfeiçoados” e, portanto, experimentalmente avaliáveis (HALLER, 1760, p. 79).

Os erros apresentados pelos demais experimentadores não permitem que a capacidade de sensibilidade seja considerada. Uma observação só seria verdadeira e justa onde a sensibilidade aparecesse, mas em locais diferentes daqueles analisados por Haller ou as suas partes vizinhas (HALLER, 1760, p. 79). Isso corresponde ao considerado acima: Haller observava que uma negativa poderia não indicar uma ausência de sensibilidade, mas uma análise malfeita. O mesmo ocorre com os tendões e outras partes insensíveis onde os nervos terminam, mas em sentido contrário: é necessário haver a separação dos nervos, notadamente sensíveis, daquelas partes a serem analisadas, ou o efeito aparente não corresponderá ao daquela parte específica. Assim podemos atribuir injustamente uma sensibilidade ao tendão ao invés de ao nervo. O mesmo tipo de raciocínio seria “concedido pela pulsação das artérias” (HALLER, 1760, p. 80), pois “quase todas as grandes artérias estão nas vizinhanças de um

---

<sup>15</sup> Aqui, supurar significa produzir muco.

plexo nervoso” (HALLER, 1760, pp. 80-81). Sem cuidado com esses “nervos em cipó” ao redor das artérias podemos atribuir a elas o “sentimento dos nervos, seus vizinhos, mas que são estranhos à sua substância” (HALLER, 1760, pp. 80-81). Um animal sem pele, cuja membrana esteja bem presa, já se encontra em “estado violento de sofrimento”; portanto, nenhuma dor é passível de ser acrescentada ao que ele já sente. Ele grita quando o tendão é ferido, mas isso não prova a sensibilidade no tendão com o animal nesse estado. Para procurar provar a sensibilidade é necessário que a injúria não altere a tranquilidade do animal, com uma impressão nula (ou quase nula) sobre a alma (HALLER, 1760, p. 82). Havia a necessidade de avaliação e de descrição dos “nervos moles” nos músculos sobre o periósteo do carpo; eles seriam sensíveis às injúrias, diferentemente do periósteo (HALLER, 1760, p. 81). Aqui há um trabalho com algo “meta-anatômico” e mais fisiológico, de cunho moderno.

Esse tipo de experimentação leva ao questionamento do que era ensinado sobre a ferida nos tendões: elas realmente surgiriam a partir das convulsões dos animais? Ou causam doenças perigosas? Para comprovar isso, dever-se-ia provocá-las “nos animais nos quais se fere as partes desse nome” (HALLER, 1760, p. 82) ou por um pique, uma queimadura, uma perfuração, uma incisão dos tendões. Mas até mesmo isso pode não provocar convulsões no homem (HALLER, 1760, pp. 82-83). Todos os experimentos realizados até então “têm confirmado a perfeita inocência das feridas dos tendões” por Haller ou por seus conhecidos. Mas há aqueles que juravam ter visto convulsões após a machucadura de algum tendão, ou de uma membrana dura, ou outras insensíveis sobre as sensíveis. Nada disso origina provas contra as séries experimentais de Haller e seus conhecidos, com mais de 200 experiências realizadas em animais (HALLER, 1760, p. 83), o que lhes permitiu também concluir que há diferenças entre as diferentes espécies (HALLER, 1760, p. 84), além dos tendões não possuírem sentimentos e as suas feridas não apresentarem consequências. Em todos os animais, assim como em seres humanos, os tendões não têm sentimentos (HALLER, 1760, pp. 84-85).

Para os críticos, estas experiências justas seriam inúteis, pois “não acrescentariam nada à fisiologia e nem à patologia” (HALLER, 1760, p. 85). Nada mais errôneo, pois Haller está acrescentando muito a essa área, a qual já não parece ser uma Anatomia no sentido ferneliano. Portanto, está havendo uma mudança paradigmática. A Fisiologia halleriana não tem o sentido grego de *Physiologia* ou *Historia*, mas algo do sentido de *Œconomia Animal* e muito mais de algo novo, fortemente experimental – seriado, claro, objetivo, analítico, com observações diretas e controladas- além de conclusões fortemente ligadas às análises e

logicamente pensadas e indutivista. Não há um fim, um término, para as análises dos detalhes sobre as partes do corpo e do seu funcionamento, nem “fronteiras da província [da fisiologia] sujeita à alma das partes que não se reconhecem as ordens” (HALLER, 1760, p. 85). Há vantagens “em se conhecer a força irritável, os órgãos que ela anima e os degraus da potência” (HALLER, 1760, pp. 85-86). A reflexão permitiria a avaliação dos críticos e dos experimentos (HALLER, 1760, p. 86). A reflexão e a experimentação são duas faces da mesma moeda. Isso permite a defesa da realidade. Não há como contestarmos “sobre os fatos” que Haller procurou estabelecer e assentar com certa “potência” (HALLER, 1760, p. 89). A irritação ou sentimento faz com que diversos tecidos possam se retrair; o vitríolo<sup>16</sup> também o faz por matar as células e provocar a sua retração pós-morte. Nesse caso, a retração não ocorre necessariamente nas células sensíveis e nem devido ao “sentimento” (HALLER, 1760, pp. 90-91). Desse modo, Haller retoma a importância de não se confundir os efeitos aparentemente similares, mas com causas diferentes, pois isso seria cientificamente incorreto: não há uma relação causal similar, nem potência de relação. A observação de ambos os fatos refere-se a eventos de ordens diferentes.

A similaridade entre irritabilidade e sensibilidade é apenas aparente – tanto que ambas as potências foram confundidas por diversos experimentadores, um erro fatal, segundo Haller. O nervo e a retina, por exemplo, não são irritáveis, enquanto que animais “sem nervos” e “sem cérebro” o seriam (HALLER, 1760, pp. 91-92). A “fibra animal” pouco se contrai sem a ação do nervo; os músculos são irritáveis, e continuam a sê-lo mesmo quando retirados e “separados da alma” nos animais de sangue quente avaliados. Portanto a contração corresponde à irritação e ao número de fibras expostas à causa irritante, e a sensibilidade relaciona-se ao “número de nervos e à sua nudez” (p. 92), ou seja, à capacidade de perceber o estímulo externo. Essas definições são objetivas e funcionais, como as definições científicas atuais. As dores podem causar movimentos, embora nem sempre o façam, e as convulsões podem ocorrer sem dor. Portanto, irritação e sensibilidade são entidades separadas e separáveis. Isso é demonstrado pela fumaça de enxofre, a qual destrói o sentimento sem destruir a irritabilidade (HALLER, 1760, pp. 92-93).

Haller coloca a possibilidade de se fazer um experimento com uma hipótese inversa, onde a irritabilidade se conforma à potência clássica, “onde se poderia separar uma potência vital de uma força que fica com o cadáver”. Essa força perdida pode ser aumentada com o

---

<sup>16</sup> Sulfatos

ressecamento. Mas houve a prevalência do grau de elasticidade, mais comum às partes, e está “bem longe de produzir a irritabilidade” localmente ou de forma mais generalizada (HALLER, 1760, p. 94). Mesmo que isso fizesse parte da substância irritável na pele, “pois ela se contrai”, isso não se contrapõe à definição de irritabilidade em Haller. As “atrações violentas de um corpo estranho”, como ferro e ácidos, é que provocam as ações de irritação. Portanto elas entram na definição halleriana de irritação (HALLER, 1760, pp. 94-95). A função da execução é das fibras, não da irritação – tanto que o frio faz contrair “sólidos e líquidos completamente desprovidos de vida” (HALLER, 1760, pp. 95-96), uma analogia interessante e definidora tanto de irritabilidade quanto de vida. É necessária a existência de fibras musculares acopladas às partes irritáveis ou então atribuir-se algo invisível para haver movimento e sensação. Portanto, Haller, por apoiar a união de ambos é mais realista, um metafísico aristotélico e hackiniano – ou seja, um realista científico: as entidades executam e apoiam a teoria. E novamente aparece o paralelismo em Haller, um aspecto cognitivo que posteriormente foi relegado a um segundo plano por muitos em prol de uma linearidade. Na prática, podemos perceber que as novas gerações estão utilizando novamente esse tipo de raciocínio. O paralelismo é um bom recurso para o raciocínio em diversas áreas do conhecimento, como nas atividades científicas, assim como ocorreu em Haller e Harvey.

Haller deixa bem claro que não está contra as contrações – aliás, algo bem visível e evidente, mas ele procura ir além, utilizando um modo experimental, prático e objetivo, não através de teorias, como aquelas dos “sábios dos seres invisíveis, dos vãos que os olhos não descobriram, e das fibras musculares que as lentes não surpreendem” (HALLER, 1760, p. 96). Essa força é privilegiada e superior como uma “fonte de todos os movimentos da *máquina animada* e como a própria natureza” (HALLER, 1760, pp. 97-98). Ele utiliza o que viu e avaliou, mas raciocina além, a partir desses fatos e experimentos.

Nesse seu tratado, Haller menciona críticas feitas pelo senhor Whytt, um stahlinista, de forma apressada: Haller teria ido longe demais com os seus corolários e nas suas relações entre sensibilidade e irritabilidade, pois os fatos não estavam bem revelados (HALLER, 1760, p. 102). Whytt não teria seguido o raciocínio pós-experimental de Haller, nem os seus experimentos, ambos lógicos e bem estruturados e sem margens a erros de raciocínio dedutivo. Haller havia procurado estruturá-los bem, sem muitas margens de dúvidas. A aparente sensibilidade nos tendões devia-se aos nervos e estava claro que o corpo animal apresentava uma boa quantidade de nervos, o que permitia a irritabilidade nos animais. Ele deixa bem claro

que, para termos certezas ou dúvidas sobre Biologia ou *Œconomia Animal*, é necessário o manuseio das partes orgânicas. Se isso não ocorrer, as críticas não apresentarão nenhuma consistência, o que as tornariam vazias, assim como são vazias as críticas a algum experimento não realizado e, portanto, sem uma resposta (HALLER, 1760, pp. 102-110).

Órgãos musculados e inervados, como o coração, são claramente irritáveis e sensíveis. O coração “é mais irritável do que sensível”, uma conclusão obtida apenas experimentalmente. Isso mostra como ambos estão relacionados, embora racional e experimentalmente separáveis. Os movimentos, o crescimento e as secreções nos vegetais seriam um paralelismo aos dos animais, ou uma analogia, ou “produtos de suas almas” (HALLER, 1760, p. 112).

Haller avançou muito atualizando a doutrina da irritabilidade de Glisson e retirando a sua metafísica através do uso sistemático de estímulos elétricos, mecânicos e térmicos nos tecidos vivos. Demonstrou uma base experimental sólida para a teoria das propriedades vitais. Ele distinguia três propriedades: 1. contratilidade, que corresponde à atual elasticidade; 2. irritabilidade, a atual contratilidade muscular; e 3. sensibilidade. Para ele, as propriedades vitais explicariam um grande número de fenômenos vitais, mas não todos eles (CLAUDE BERNARD. **Leçons sur les phénomènes de la vie** tomo II, pp. 443 – 444 in RUDOLPH, 1991, p. 83).

Se há irritabilidade em todos os tecidos, como aqueles que foram analisados em séries, só lhes faltaria a faculdade de se contrair naqueles que estão em ação. O termo halleriano *Bayliss*, embora utilizado por muitos fisiologistas ainda no séc. XX, foi substituído pelo termo *excitabilidade* (*excitabilis*, *Erregbarkeit*), propriedade comum aos tecidos excitáveis – músculos e nervos (RUDOLPH, 1991, p. 83).

O modo diferenciado do campo investigativo da metodologia provavelmente foi o que levou à controvérsia entre Haller e seus discípulos com o suposto vitalismo da Escola de Montpellier. Os montpellerianos pesquisavam as funções dos sistemas orgânicos e a integração destes em relação à *œconomia animal*. Haller se preocupava com a organização do ser vivo ao nível dos elementos celulares e das membranas (RUDOLPH, 1991, p. 83), isto é, a um nível hierarquicamente mais elementar. O modo halleriano tornou-se frutífero para a Fisiologia Experimental dos séculos XIX e XX, originando um programa de pesquisa que incluiu Magendie, Helmholtz e outros (RUDOLPH, 1991, p. 83); é o exemplo típico de um modo lakatiano de boa ciência. O seu vitalismo fazia parte da sua Fisiologia Experimental e apresentava uma visão mecanicista e diferenciada daquela da Escola de Montpellier.

Haller procurava exatidão, números e concordância experimental em suas pesquisas, visualizava as leis gerais e classificava os fenômenos, mesmo quando as suas relações eram desconhecidas (RUDOLPH, 1991, p. 84). Portanto procurava por uma lógica interna para a *Œconomia Animal*, mas baseada tanto em características gerais sobre o ser vivo (e o que o define), como com os seus aspectos microscópicos e com a lógica que os permeava individual e coletivamente. É como um microcosmo, equivalente ao de Harvey, porém menor. O organismo vivo é um microcosmo harmônico, regulado de alguma forma pela sensibilidade e pela irritabilidade. Dessa forma, podemos imaginar um organismo cujo meio interno seja dinâmico e, simultaneamente, constante em suas funções (homeostasia), um conceito bernardiano, posterior. E essa harmonia nos faz imaginar um continuísmo dos processos naturais desde os seres microscópicos até o Cosmos, como proposto pelo Abade Spallanzani; o organismo pluricelular é um complexo de partes microscópicas funcionalmente integradas e interagindo de forma coerente.

A nova ciência não sobrepuja as percepções aos apetites da natureza, à qual não se acoplaria a noção de uma percepção natural da matéria. O conhecimento sobre a natureza não poderia se basear no conhecimento interno da própria natureza e nem a consciência humana poderia ser considerada como participante nas formas naturais de si mesma. Através dos seus experimentos, Haller pensava haver demonstrado, conclusivamente, que a resposta da natureza, quando irritada, não traía nenhuma perceptividade natural ou vida interna fornecendo, assim, uma teoria menos enlouquecida para a nova Fisiologia Experimental que então surgia (GIGLIONI, 2008, p. 465).

O processo de percepção natural subjacente à irritabilidade poderia ter uma explanação positiva, como a percepção da ideia do objeto que ativa a percepção, ou negativa, como a razão econômica de um axioma aristotélico de responder ao que é necessário sem atos supérfluos (GLISSON, 1672, p. 173 *in* GIGLIONI, 2008, p. 468). Não haveria uma irritabilidade cega, como aquela provocada por uma ação mecânica, externa, promovendo uma reação devido a uma motilidade arbitrária. As reações reais proviriam de dentro. Haveria uma atividade representativa primordial subjacente a todos os processos vitais. O seu sistema fisiológico é pan-irritável, onde todas as fibras dos corpos naturais são irritáveis devido à percepção natural (GIGLIONI, 2008, pp. 469-470, 472, 476).

Para Haller, a vida é um aspecto básico do universo, mas a vida, diferentemente dos vitalistas restritos, não constitui uma entidade ontológica por si mesma.

Haller procura elaborar e justificar uma noção experimental e operacional da *irritação* como sendo as implicações da noção de irritabilidade. A sua *historia* é menos metafísica e cientificamente mais bem-sucedida. Declarava não haver introduzido nenhuma hipótese especulativa – um estilo newtoniano e harveyano –, mas escondia os seus pressupostos filosóficos sob uma banalidade experimental: declarava haver considerado apenas as partes “a serem sentidas ou movidas” de forma experimental – isto é, apenas após “ter sentido ou visto reagir” (HALLER, 1757 – 1766 VIII, v in GIGLIONI, 2008, p. 467), o que levou Giglioni (2008) a considerar que ele “contava com as suas galinhas experimentais antes que estivessem filosoficamente eclodidas” (GIGLIONI, 2008, p. 468). E tal visão experimental lembra a visão de Harvey que, com o seu indutivismo baconiano, utilizava hipóteses para permitir o desenvolvimento de seu trabalho. Portanto, ele não foi um indutivista ingênuo, como Giglioni (2008) considera.

A sua teoria da irritabilidade se assemelharia a um compêndio de orientações a protocolos experimentais para acessarmos a amplitude e os limites das reações irritáveis nos tecidos animais. Haller confina o seu interesse nos fenômenos anatômico-experimentais apenas aos casos que apresentam diversas formas e níveis de contração, pois apenas os experimentos permitiriam definir quais as partes do corpo que seriam sensíveis ou irritáveis. Para isso, a única alternativa seria “torturar” os tecidos animais com substâncias químicas ou calor, por cortes, queimaduras ou lacerações das partes em análise. Essa sua definição é operacional e sem conotação especulativa: a parte irritável do corpo é aquela que se encurta sob toque, ou a que se contrai sob um toque leve, ou a que se contrai pouco e apenas com um toque violento. A causa final da irritabilidade estaria além da faca e do microscópio (HALLER, [1755] 1936, p. 8 in GIGLIONI, 2008, p. 472); Haller limita a presença da irritabilidade àquelas partes do corpo passíveis de estímulo por agentes externos, como no caso do batimento cardíaco: as fibras cardíacas seriam estimuladas pelo influxo de sangue e responderiam por uma contração sistólica. Nesse caso, a “força irritável” está intimamente ligada ao estímulo externo (HALLER, [1786] 1966 I, pp. 60 e 68-69; 1757 – 1766 I, pp. 489-494, in GIGLIONI, 2008, p. 472). Esse modelo se assemelha um pouco ao da contração cardíaca de Glisson (**De rachitide**, 1650 in GIGLIONI, 2008), mas com os termos *irritans* e *irritable* sendo considerados separadamente (GIGLIONI, 2008, pp. 272-273). Para Haller, a irritabilidade é um processo corpóreo cuja causa irritante é apenas um fator estimulante que faz surgir uma reação na parte irritável através de um processo mecânico originado pela divisão ontológica entre estímulo e parte irritável associada à divisão do trabalho entre o provedor do estímulo e a parte que responde a este estímulo. Tal divisão é uma consequência do conjunto experimental, pois a análise do fenômeno

pode ocorrer apenas pela separação clara entre causa estimulante e efeito responsivo correspondente. Como a irritabilidade é o efeito de uma “violência externa” (HALLER, 1776-1777a III. 663b *in* GIGLIONI, 2008) ela seria um tipo de elasticidade mecânica sem o pressuposto de nenhuma fonte de espontaneidade reativa, pois não age como uma força morta (GIGLIONI, 2008, p. 472).

A distinção halleriana entre estímulo ou agente irritante e parte irritada é um critério pragmático para explorar a fisiologia da irritabilidade e mapear as regiões do corpo passíveis de serem irritadas. Nesse modelo, é importantíssimo distinguir acuradamente as forças internas do corpo, pois as diferentes partes do corpo não respondem diferenciadamente e nem deixam de responder às irritações experimentais (GIGLIONI, 2008, p. 473).

Para Haller, a *elasticidade* é uma qualidade meramente mecânica; já a *sensibilidade* pressupõe, ao menos parcialmente, a atividade da alma. No caso específico do corpo humano, a sensibilidade é a habilidade da alma em formar uma percepção consciente quando a impressão é exercida sobre os nossos nervos (HALLER, 1776-1777b IV. 776a *in* GIGLIONI, 2008, p. 473). Essa posição termina deixando em aberto algumas questões: como ficaria a irritação nos demais animais, se neles não há alma? Haveria irritabilidade nos demais seres vivos? Os animais não humanos não teriam consciência? Se retirada a questão de alma, então a irritabilidade seria um aspecto geral de todos os seres vivos. Ou então a *alma* seria um processo funcional ainda desconhecido, uma metafísica hackniana – isto é, um realismo científico. Nesse sentido, ela pode ser um processo corpóreo mais geral, uma entidade teórica para lidarmos com os fenômenos orgânicos já conhecidos. Essa posição lembra a dos antigos gregos, para quem a alma seria algo corpóreo, uma entidade desconhecida. Talvez esta seja a questão.

Essa posição de Haller leva a uma definição conceitual experimental baseada no sistema nervoso: “toda sensação provém da impressão de uma substância sobre algum nervo do corpo humano; e que a mesma é então representada na mente por meio da conexão do nervo com o cérebro” (HALLER, [1786] 1966 I. pp. 214 e 243; 1776-1777 IV: 779<sup>a</sup>, *in* GIGLIONI, 2008, p. 473). Um nervo tocado por algo externo (ar, calor, luz etc.) provocaria mudanças na alma e uma consciência do contacto (HALLER, 1757-1766b IV, p. 269 *in* GIGLIONI, 2008, p. 473). Tal explicação é mecânica, pois apenas o movimento é capaz de afetar os nervos e, conseqüentemente, o cérebro e a alma (GIGLIONI, 2008, p. 473), o que é bem evidenciado nos textos de Haller. O termo *alma* pode levar a um conceito metafísico geral subjacente ao

seu conceito, pragmático e experimental, mas é um conceito teórico, uma entidade teórica, ao contrário da irritabilidade, uma entidade demonstrável. A irritabilidade é o resultado de um processo corpóreo cuja causa irritável é apenas um fator estimulante que provoca uma reação na parte irritável, através de um processo mecânico (GIGLIONE, 2008, p. 473). A irritabilidade parece ter uma realidade científica, i.é, uma metafísica hackniana; portanto, seria uma entidade real, e a alma seria uma entidade teórica. Se há um fator irritante (calor, beliscão etc.), há a condução da sensação para o cérebro. E um ser vivo reage.

As principais forças que agiriam sobre o corpo humano seriam a *elasticidade*, a *irritabilidade* e a *sensibilidade*. A sua inserção anatômica, assim como a irritabilidade, em geral, ocorrem nos músculos, o que leva ao exame mais claro da organização biológica (HALLER, [1786] 1966 I, pp. 231 – 234 in GIGLIONE, 2008, p. 473). Essa organização seria divisível em:

1. Força Contrátil, ou Força de Morte, pois ainda é efetiva após a morte e, portanto, diferente das forças de vida (HALLER, [1786], 1966 I, p. 226). Portanto é uma propriedade geral dos seres vivos.
2. *Vis Insita*, uma força subjacente a todas as formas de irritabilidade. Esta propriedade é específica da vida e da fibra muscular (HALLER, [1786], 1966 I, pp. 232-234; 1757 -1766, pp. 446-456). Ela reside constantemente no próprio músculo; portanto é uma propriedade geral para os animais.
3. Força Nervosa, que depende da ação dos nervos. Como cada nervo sente, todos eles carregariam os comandos da alma; quando cortados, eles não seriam perceptíveis e nem insinuantes (isso também ocorreria onde eles não existem). Essa força cessa após a vida ser destruída, pois ela é externa ao músculo aonde ela chega (HALLER, [1786], 1966 I, pp. 232-235; 1757-1766 IV, pp. 467 – 470).

(GIGLIONI, 2008, p. 474)

A irritabilidade seria uma entidade intermediária entre as operações mecânicas da matéria e as funções cognitivas da alma; portanto é um movimento sem sensibilidade; não há base anatômica entre o mecanismo material e o conhecimento, pois esta é a propriedade exclusiva da alma. Nesse sentido, ela se opõe à sensibilidade, que é o sentido sem o movimento (HALLER, 1757 - 1766 I 488 in GIGLIONE, 2008, pp. 474). Portanto, é uma entidade teórica, meta-anatômica e fisiológica.

O programa experimental de Haller o levou a dividir o corpo em regiões sensíveis irritáveis e elásticas (GIGLIONI, 2008, p. 475). Haller é um empiricista que teoriza.

Os seres vivos apresentam tendência à contração, à torção e ao franzir de muitos tecidos animais. Haller abandonou o pressuposto cartesiano da não divisão de vidas nas diferentes partes corporais da estátua humana. Para Giglioni (2008, p. 475), sua *anatomia animada*, como fisiologia, é legítima, no que concordamos: Haller reconheceu a natureza específica da irritabilidade e a considerou como parte da atividade vital independentemente da percepção e da matéria inerte. Ele não aceitava e nem utilizava o conceito total do termo *irritabilis*. Glisson havia introduzido o termo *irritabilidade* para demonstrar que o próprio fato da irritação na natureza supria a habilidade em responder a irritações (GIGLIONI, 2008, p. 475). Portanto, Haller circunscreveu a irritabilidade apenas aos seres vivos e, dessa forma, caracterizando-os. O conceito original de Glisson é bem mais amplo, um contínuo entre seres animados e inanimados; nesse contexto, podemos imaginar a irritação como um aspecto da *physis* aristotélica. Há certa ambiguidade na posição de Haller quanto à sua indicação de inquietação sobre a característica animada da anatomia animada. Mas a sua contração e a sua instrumentação de irritabilidade são fisiológicas no sentido moderno.

Para Haller, não há transição da irritabilidade para a sensibilidade, pois há uma separação completa, anatomica e cognitivamente, entre ambos os domínios. Ambos são muito diferentes entre si: as partes mais irritáveis não são muito sensíveis e vice-versa (HALLER, [1755] 1936, p. 25; 1776-1777, p. 663a in GIGLIONI, 2008, p. 475). Haller nega que a elasticidade seja apenas outra forma de irritabilidade ou que a sensibilidade seja um tipo mais consciente de irritabilidade em relação à elasticidade. Haveria áreas específicas de sensibilidade cercadas por áreas de cola animal “desorganizada”, isto é, por aquele material constituinte da irritabilidade. Haller descartou a existência de qualquer outra coisa irritável em um animal além da fibra muscular (HALLER, [1755] 1936, p. 40 in GIGLIONI, 2008, p. 476) devido ao seu modo experimental de trabalho, do qual deriva a sua teoria.

Haller também diferencia a matéria simples da matéria organizada, mas, para ele, a emergência da vida, da irritabilidade e da sensibilidade dependem estritamente de estruturas específicas e de graus de organização da matéria. Ele também acredita na autonomia das forças materiais da natureza e na existência de uma lacuna, o que desvincula a esfera do conhecimento do mecanismo material, pois o conhecimento, como propriedade exclusiva da alma, não tem base anatômica (GIGLIONI, 2008, p. 476). Portanto há algo metafísico em

Haller, mesmo ele sendo fortemente materialista e empiricista. Essa metafísica está mais ligada ao realismo científico.

Segundo Giglioni (2008), a genealogia de Haller para as condições básicas de irritabilidade tem um corpo teórico baseado em sua microanatomia mais restrito do que a anatomia pan-irritável de Glisson; apenas as fibras musculares são irritáveis. Como as fibras são feitas de partículas terrosas e de muco aglutinante, o glúten deve ser a fonte final da irritabilidade na natureza. Haller admite que seus experimentos sejam muito grosseiros; portanto o único fundamento para este argumento é uma analogia: a irritabilidade do glúten animal é uma propriedade básica da matéria viva, assim como a gravidade o é para a matéria em geral (HALLER, [1755] 1936, pp. 40, 42 e 45). Haller especula muito além da experimentação. Através das microestruturas da sua *irritabilis natura*, Haller procura aplicar a economia da natureza para a vida no corpo (HALLER, 1757-1766 I, pp. 8-19; [1786] 1966 I, pp. 9 – 15; SONNTAG, 1983, p. 93) (todos *in* GIGLIONI, 2008, pp. 476 e 483). Haller baseou-se na ideia dos antigos elementos para definir a matéria viva, mas não se preocupou com os humores, pois estava mais ligado aos experimentos e às especulações bem articuladas a partir destes experimentos delineados a partir de sua existência. Ele também simplificou as análises para realizá-las experimental e seriadamente.

Haller é um vitalista ligado ao modelo platônico, aristotélico e galênico pré-moderno de uma organização tripartida da vida no corpo (vida, sentidos e mente), embora o seu modelo esteja padronizado e atualizado pelas diretrizes do dualismo cartesiano e da dinâmica newtoniana (GIGLIONI, 2008, p. 476). Ele é um experimentalista com um cunho comparativo, o que o aproxima de Harvey e de Aristóteles. A vida seria o resultado das forças organizadoras da matéria sem conhecer as suas tendências organizadoras. A natureza não se reduz a um atributo puramente mecânico da matéria, mas estaria mais próxima à opacidade da matéria inerte por ser considerada como possuidora de uma autonomia cognitiva. Geralmente, Haller é evasivo sobre a natureza do conhecimento, mas a alma seria um ser consciente e se representaria no corpo ao qual pertence; o si mesmo pode ser modificado por qualquer coisa que ocorra no próprio corpo (HALLER, [1755] 1936, p. 28 *in* GIGLIONI, 2008, p. 477-478). Dessa forma, ele se afasta de seu experimentalismo mais restrito e cuidadoso, seguindo para uma interpretação filosófica, com uma descrição e um método de catalogação impecáveis quanto à questão da irritabilidade (GIGLIONI, 2008, p. 478). A presença de uma alma nesse contexto o tornaria um vitalista alinhado à visão grega antiga, um princípio vital doador de vida que, de outra

forma, não aparece no experimentador Haller. Essa alma também pode ser entendida como um tipo de entidade teórica e vitalista alinhada de um modo mecânico de funcionamento corporal, de um modo ainda não acessado – portanto, metafísico no sentido transcendental. Assim, a metafísica transcendental desempenhou um papel importante na experimentação em Haller.

Algumas das suas declarações de Haller parecem posicioná-lo filosoficamente no final do séc. XVII ao início do séc. XVIII, com a suposição cartesiana de que o *cogito* representa o ato fundamental do pensamento humano, que leva direto à ênfase na consciência; a insistência da alma como representação do corpo é uma reminiscência da definição da mente como *ideia corporis*; e com a possibilidade de todo o universo ser um campo representativo da alma, ecoa a noção leibiniana da mônada como um espelho do Cosmos. Em todos os três casos, consideramos a alma completamente diferente do corpo. A ideia de que a alma fosse originalmente autorrepresentativa e também fosse capaz de representar o mundo através da autopercepção modificada se encaixa na definição de percepção natural em Glisson. Mas tal definição é anterior ao próprio Glisson e estava contida no **De sensu rerum** (1620) de Tommaso Campanella, onde a sensibilidade poderia significar receptividade e impressionabilidade original (GIGLIONI, 2008, p. 478). O princípio vital doador de vida lembra o princípio helmontiano de *archei vital*.

Em Haller, a irritabilidade rejeitaria a noção do *egoísmo material*, assim como a redução da consciência humana à massa impessoal de perceber as partículas de Glisson. Se ele se posicionasse em uma autorreflexividade original, independente da matéria, ele estaria se rendendo a um tipo de Stahlismo. Haller mantém o princípio cartesiano de que apenas a alma e os atos de percepção sejam caracterizados pela autoconsciência. A ideia de haver alguma percepção material ou inconsciente por detrás do processo de irritabilidade seria uma escapatória argumentativa que esconderia a inconsistência subjacente à noção de percepção imperceptível (HALLER, [1755] 1936, p. 42). A sua fisiologia da percepção tem raízes cartesianas; ela ocorre quando um nervo é afetado, como, por exemplo, a sensação de vermelhidão proveniente de um raio que foi refratado (HALLER, [1786] 1966, p. 46). O acórdão entre as noções impressas nos sentidos e seus pensamentos correspondentes na mente humana é arbitrário (ibid.), mas real, como na metafísica cartesiana: a versão de nosso conhecimento é garantida por Deus. A percepção do mundo é arbitrária, pois não há correspondência entre as coisas e as percepções. Mas um sentimento confiável de realidade pode ser

fundamentado na repetição de padrões de percepção consistentemente recorrentes e fundamentalmente baseados na boa vontade de Deus, o que não evita o aumento na brecha ontológica entre percepção e realidade (GIGLIONI, 2008, p. 484). Isso significa que, ao nível ontológico, a irritabilidade halleriana seria uma disposição convencional de movimentos originalmente instituída por Deus com os seres vivos, assim como a sensibilidade é a correspondência arbitrária entre sensações e pensamentos que Ele estabeleceu no início da Criação (HALLER, [1786] 1966 I, p. 237; SONNTAG, 1983, pp. 95 e 97; ambos *in* GIGLIONI, 2008). Surge aqui novamente um transcendentalismo relacionado à impossibilidade de Haller encontrar uma resposta realista que fosse congruente com sua teoria, um transcendentalismo para ancorar o seu realismo. Se na Revolução Científica há a procura por um realismo que originou a Ciência, então Haller não é tão científico quanto ele se considera e nem para os padrões atuais de Ciência.

Quando examinamos a definição de sensibilidade em Haller e consideramos as razões que ele cita para distinguir a irritabilidade da sensibilidade, aparece a extensão de sua dependência da alma como uma entidade metafísica claramente definida. Ele declarava estar interessado nos “atributos experimentais” da alma; procede por eliminação e é fortemente baseado em conjecturas prováveis (HALLER, [1786] 1966, pp. 217 – 218; 1757-1766 IV, pp. 392-396 *in* GIGLIONI, 2008 pp. 482 - 483). Portanto a alma, a sua natureza e a sua localização são ocupações filosóficas importantes para Haller. Sendo assim, ele tem preocupações filosóficas tam bém; a sua filosofia está fortemente ligada às suas experimentações e muito secundariamente à Metafísica. Há aqui uma contradição com o ponto de vista de Rudolf (1991), como vimos, na passagem inicial sobre Haller; nele há alguma preocupação filosófica, subjacente à preocupação experimental. As suas experimentações estão ligadas ao indutivismo: ao sentir, ao observar e ao experimentar; mas suas preocupações são mais amplas e parecem resvalar para uma visão muito mais geral. Quando ele filosofa, é porque sente a necessidade de reafirmar a visão apropriada de algo e de sua continuidade pós-vida. O fato de a irritabilidade continuar após a morte, ou até mesmo, em partes do corpo que foram cortadas e separadas do restante seria uma prova de que a alma não teria nada a ver com a irritabilidade (HALLER, [1755] 1936, p. 41, *in* GIGLIONI, 2008, p. 484). Para ele, a sede da alma seria a cabeça, a qual está centralmente localizada, e haveria apenas uma única alma indivisa, o que reforça a consideração de que o cérebro seja a sede da sensação para ele. Neste ponto, ele se afasta da visão grega antiga, em que, geralmente, o coração era considerado como a sede da alma, assim como da alma-*pneuma* – e conseqüentemente, da alma-mundo – e a sua visão de alma é mais

pragmática e mais técnica. Esta alma una entra em conflito com a alma tripartida de Platão, mas não em Haller, para quem esta tripartição é vida, sentido e mente.

A irritabilidade de Haller está claramente distinta da sensibilidade. Ele nunca descreve a irritabilidade como um estágio preliminar no desenvolvimento das faculdades sensoriais. Se Ele presumisse que o movimento e o conhecimento no tronco do corpo, a partir de uma fonte de vida, envolvessem a divisibilidade ou a multiplicação de almas por todo o corpo, sempre que uma reação irritável ocorresse, haveria um rompimento da unidade da alma (GIGLIONI, 2008, p. 484). Desse modo, todo o corpo é a alma; portanto o corpo é a sua sede e algo passível de experimentação, um conceito instrumental, técnico e operacional sem nenhuma consideração mística ou transcendental, uma contradição com a sua visão transcendental, discutida anteriormente. Há um lado de Haller que está vinculado diretamente à experimentação; outro que procura por algo muito além do que é disponibilizado por seus experimentos. Para ele, não há contradição, pois Deus e a realidade estão além da mera experimentação. Não deve haver especulação pura, mas também ater-se apenas à experimentação torna-se impossível.

Hermann Boerhaave, com sua influência em *Anatomia Experimental* e com seu tratado **Institutiones Medicæ** (1708), cujas translações de edições diversas e inserções de diversos autores (inclusive algumas de Haller) tiveram grande impacto sobre os estudantes europeus de Medicina, contribuiu para um entendimento cada vez mais mecânico das funções vitais do corpo. Assim, ele foi um dos responsáveis pelo desaparecimento da visão de Glisson, mesmo citando diversas passagens do seu **De Ventriculo** (GIGLIONI, 2008, p. 485). Haller, seu discípulo, é quem provavelmente teria dado o golpe final sobre o vitalismo glissoniano. Indiretamente, Boerhaave foi o responsável pelo surgimento da Fisiologia Experimental, por sua influência em Haller.

Haller se empenha em preservar a autonomia da vida: ela não pode ser reduzida a um mecanismo. Mas ele é um dualista pós-cartesiano; seu universo é o resultado da concordância de duas *res* fundamentais, caracterizadas pela extensão e pelo pensamento. A vida seria um aspecto básico do Universo, uma propriedade experimentalmente inescrutável da matéria. Haller dependia de uma noção dificilmente disponível de vida, que é teleológica, mas não senciente, e material, mas não mecânica (GIGLIONI, 2008, pp. 484-488). Deste modo, Haller é mais antiquado. Ele acredita em um materialismo não mecânico e mais “alma”, atomística. É um paradoxo em relação à sua forma de realizar a experimentação.

Ainda, segundo Haller, o vitalismo não é tão evasivo quando colocado no papel e no lugar das mentes do homem e de Deus no mundo natural. Haller imaginava haver demonstrado, conclusivamente, que a resposta dada pela natureza, quando irritada, não traía nenhuma perceptividade natural, nenhuma vida interna e não tinha sentimento interior. Isso levou a uma irritabilidade menos confusa (GIGLIONE, 2008, pp. 489 - 490).

Para Haller, a experimentação é uma pergunta extremamente específica para obtermos respostas a questões extremamente específicas sobre a natureza funcional dos seres humanos de forma analítico-observacional sob experimento direto. Estas análises relacionam-se aos seus conceitos, os quais ele procurava testar e averiguar diretamente. Isso representa uma averiguação direta sobre o mundo, verificando-o em partes menores e mais profundas para avaliá-lo, da mesma forma como se questiona a verdade em um tribunal, parafraseando Bacon. A análise procura verificar com os sentidos, principalmente a visão, e posteriormente com o raciocínio, os objetos naturais e o seu funcionamento. Toda a sua teoria se baseia em experimentos diretos, assim como os seus conceitos. Estes conceitos são eminentemente funcionais e baseados no que ele observou. Realmente o seu raciocínio é indutivista; embora ele não revele, ele pode ter considerado alguma hipótese anterior ao início de seus experimentos. Haller coloca que teorizou a partir de seus experimentos, mas considerou muitas das ideias de Glisson como o seu marco inicial para pesquisas e teorias, assim como aceitou propostas de Descartes, Helmont e Spinoza de forma pragmática. Haller também considera que se ateu às evidências e aos fatos; portanto também precedeu a ciência moderna neste sentido – aliás, devido ao seu modo de experimentação e às suas ideias eventual e aparentemente sem metafísica, ele pode ser inserido como um pesquisador moderno. As suas ideias metafísicas originais tornaram-se algo mais objetivo, materialista, analisável e analisado, passível de avaliação prática sem grandes discussões filosóficas, embora posteriormente possam remeter novamente a esse tipo de questionamento, a uma nova metafísica. As suas teorias seriam entes reais, sem qualquer relação com uma metafísica geral ou transcendente ou misticismo. Toda a sua teoria se baseia em experimentos diretos, em observação, em fatos, mesmo que os tenha colocado em um contexto teórico maior e bem mais amplo, com considerações teóricas bem amplas, sendo necessários mais experimentos para uma comprovação mais ampla de suas ideias. Há uma ancoragem prática bem delineada e passível de teorização geral, com um questionamento extremamente instigante. O teorizar e o filosofar remetiam, em Haller, ao avanço científico e à incapacidade da Ciência do

momento se responder a todas as questões. A sua Fisiologia dependia tanto de questões quanto de práticas experimentais e teorias.

Ao admitir que seus experimentos fossem grosseiros, Haller salientou a problemática instrumentalista para a análise do real para a época. Ele desejava avançar ainda mais nas análises experimentais dos seres vivos, em pontos específicos, de forma pragmática e objetiva, mas estava impossibilitado pelos métodos analíticos de sua época e não se conformava totalmente com isso. Um aspecto que surge aqui é o seu limite de criar aparelhos para que se fizessem as análises, apesar de sua criatividade e de sua cultura. Apesar de sua modernidade, as suas bases são galênicas, platônicas e, principalmente, aristotélicas. Harvey também é um anatomista comparado e aristotélico, porém Haller é mais atomístico e moderno (mesmo com muitos resquícios de *Metafísica Transcendental*). O experimentalismo de ambos tem raízes gregas, mas eles se aprofundaram muito mais na parte experimental e procuraram deixar margens menores para dúvidas ou discussões. A metafísica harveyana tem bases em Aristóteles, assim como em Haller, mas em menor grau; a menor ênfase halleriana na *Metafísica* significaria um desprendimento maior da Filosofia primeira e, em menor grau, da *Metafísica Transcendental*, mas não da *hackiniana*. Ele utiliza a Filosofia como um instrumento questionador para a Ciência: a sua Fisiologia é experimental, questionadora e filosófica. Porém utiliza menos filosofia do que muitos dos seus antecessores.

### 2.3 . A concepção de Spalanzani e o seu impacto sobre a Fisiologia e a Biologia atuais

O abade e professor italiano de Filosofia Lazzaro Spallanzani<sup>17</sup> preocupou-se com a vida microscópica, com o funcionamento e com a geração dos corpos dos organismos multicelulares. Esta foi a sua proposta ao escrever o seu tratado ***Nouvelles Recherches sur les Découvertes Microscopiques et La Génération des Corps Organisés*** em três volumes.

No primeiro volume, ele enfatiza os seres vivos microscópicos. Spallanzani os observa, descreve a sua aparência e o seu comportamento e os coloca como formadores dos seres multicelulares. Logo no Discurso Preliminar deste volume, há uma consideração de que podemos e devemos nos aproximar dos extremos como um único contínuo da matéria e do conhecimento

---

<sup>17</sup> Padre, Abade, fisiologista e estudioso das ciências naturais de origem italiana (Scandiano, 10 de Janeiro de 1729 — Pavia, 12 de Fevereiro de 1799), educado em colégio de jesuítas.

– a pequenez e o afastamento – através do microscópio e do telescópio. Ambas são formas extremas de um mesmo contínuo, sendo que o microscópio desvenda as partes que compõem os corpos. E é na “organização delicada dos seres vivos” que ele segue Leeuwenhoek. O universo microscópico é real: ele está diante de nós e nós o manuseamos. O microscópio é um instrumento sério para o observador atento e inteligente avaliar a natureza.

Observações simples baseadas em intervenções também simples já demonstram a existência e a forma dos seres microscópios. Por exemplo, a água com infusão de pimenta apresenta, após alguns dias, “animais ou outros organismos” que formam uma “franja” ou “infinidade de pés, com fígados longos em forma de cauda”, cujo comprimento real é aquele do “diâmetro de um cabelo”. Spallanzani correlaciona o tipo de seres microscópicos com o meio da infusão utilizado em diversos casos, descrevendo-os rapidamente e, eventualmente, o seu comportamento e os seus órgãos locomotores (pp. i-iv), assim como o seu meio original (p. v). Spallanzani menciona uma observação de Derhan: a água doce podia apresentar uma coloração verde devido à presença de animálculos; após a reprodução dos pitús, entre maio e junho, as águas mudavam de cor. Há um raciocínio indutivo aqui.

Spallanzani descreve um comportamento consistente para diversos seres microscópicos e pólipos – estes já descritos por Leewenhoek, que também descreveu o seu comportamento alimentar: o pólipo captura animais que passam sobre ele; o pólipo se contrai quando tocado ou após a evaporação da água.

Nestas descrições, Spallanzani utiliza os números de forma diferente daquela de Harvey: apenas para quantificar entidades observadas, como o número de olhos ou de ovos, ou para comparação, como o olho da mosca ser quatro mil vezes menor do que a sua cabeça.

Spallanzani demonstra desde o início que a microscopia é uma ampliação do mundo microscópico para torná-lo visível e/ou mais detalhado, como a indicação de vida em pulgas; a presença e as modificações de suas escamas; a forma dos olhos; a presença e a forma de suas patas; a presença de ornamentos presos ao abdômen em diferentes insetos; e a presença de sulco nos aguilhões de marimbondos. Então ele passa para os eventos essencialmente microscópicos. Neste discurso preliminar, os exemplos são próprios, assim como de outros observadores, como Malpighi e Leewenhoek.

Os estames de flores, antes considerados como apresentando excrescências, apresentam na realidade figuras regulares, o que, por si só, indica alguma função específica e importante,

diferente daquela imaginada anteriormente. Portanto, o microscópio demanda a criação de uma representação do mundo muito diferente daquela imaginada anteriormente. A semente e a bolota agora são reconhecidas como propagadoras de árvores, cada uma com a essência para criar um novo adulto, com a mesma forma da essência interna. Essa essência poderia converter-se em diversas mudas da espécie e gerar uma floresta inteira – uma conjectura um tanto apressada. A idéia, então, era que seria possível visualizar a planta inteira dentro da semente, um exagero.

Cristais (minerais, animais e vegetais), areia e gelo também se prestavam a exames microscópicos, assim como os glóbulos do sangue – inclusive em movimento. Estes glóbulos passam de um vaso maior para outro, menor, onde as colisões e a forma oval os força a descarregar para o corpo.

Nessa introdução, o autor menciona que o material alojado entre os dentes se desenvolve tomando formas redondas ou ovais e, posteriormente, com forma de enguias ou serpentes. Assim como o fato do microscópio levar o conhecimento mais adiante, também há aqueles “com muita imaginação” que querem ir mais longe. Deveríamos nos contentar em olhar os objetos que, sob microscopia, ficam “sensíveis”.

Uma merlusa macho conteria um número de merlusas vivas maior do que o número de pessoas de um país, como a Holanda. Aqui, o autor considera que cada espermatozóide seja um animal inteiro já pronto. Porém não podemos julgar uma população mundial por um único indivíduo ou país. Surgem, então, a questão estatística e uma sobre a pré-formação de embriões dada a quantidade de espermatozoides com “embriões” pré-formados (SPALLANZANI, 1769).

Nessa introdução, há referências aos trabalhos de Harvey em Embriologia, com a formação de um corpo aparentemente unicelular que antecede o verdadeiro embrião e que se move aos saltos, nos cervos. Este corpo é o princípio harveyano da organização animal, por justaposição das partes (SPALLANZANI, 1769).

Assim, o microscópio óptico é útil à Física, pois auxilia na análise da formação dos animais. Ele é capaz de mostrar o que ocorre no desenvolvimento animal e vegetal, assim como a anatomia vegetal. Há uma breve descrição de aspectos morfológicos subvisíveis nas plantas e o autor os relaciona ao sabor. Os sucos provenientes da terra penetrariam através das películas

existentes permitindo serem assimilados pelo parênquima e, então, transportados por sua parte lignosa (SPALLANZANI, 1769).

O microscópio “solar”, ou óptico, permite a visualização de todos os aspectos acima por transparência; as partes visíveis contrastam naturalmente contra o fundo. Não há artefatos de técnica indicando que o observado não fosse real e de onde se pudesse deduzir algo. A natureza havia aberto, por exemplo, as passagens para que a seiva pudesse subir para a casca, para os galhos e para a medula. Isto explicaria a circulação nas plantas, a sua transpiração e a passagem de óleos e sais para as folhas e outras partes da planta. Podemos retirar os metais das suas cinzas com um ímã. Os cristais se apresentam de forma bem definida e se destacam.

O autor cita Baker, que compara as peças microscópicas com artefatos humanos: anéis quais correntes, rendas microscópicas, mosca sentando de modo similar ao humano. As analogias representam algo microscópico que reflete o mundo macroscópico através do aumento e da aproximação com os olhos que permite detalhar o mundo subvisível similar ao macroscópico, sem linguagem coloquial nem transcendentalismo. Há regularidades no mundo microscópico, assim como no macroscópico; portanto, há paralelismos, tais como simetria, proporções, harmonia, justeza.

Para o autor, talvez os seres microscópicos não pertençam à classe dos animais devido à sua cauda, aparentemente postiça, como já havia citado Buffon (SPALLANZANI, 1769).

Surge, então, a questão desses seres apresentarem plasticidade, a qual faria parte de alguns sistemas filosóficos naturais. Spallanzani acha este sistema proscrito, o que foi renovado por Needham e Buffon. Ele se preocupa em verificar a sua morfologia e os seus instintos. Esses seres andam em linha reta, em círculos, sobre si mesmos, sempre de maneira intencional; eles nunca se esbarram, independentemente do seu número e de sua vitalidade e podem seguir até mes-mo contra a correnteza. Esses animálculos apresentam movimentos regulares produzidos por algum princípio interior e espontâneo; afinal, são animais (SPALLANZANI, 1769).

Há uma forte relação entre o tipo de substrato utilizado na infusão com o tipo de animal encontrado. Cada tipo de infusão apresentou o desenvolvimento de um tipo específico de ser microscópico. Foram feitas infusões de jasmim, de feijão, de manjeriço, de mostarda, e de rosa, entre outras. Também foram feitas infusões com as sementes – amassadas ou inteiras - destas plantas. Spallanzani percebeu uma sucessão de formas microscópicas de acordo com a alteração perceptível na água, de acordo com o grau de putrefação das plantas e da sua qualidade.

Aliás, as sementes gelatinosas foram as que melhor forneceram animais. O grau de decomposição da vegetação levava a um grau semelhante de geração de animais (SPALLANZANI, 1769).

Haveria uma transição destes seres entre vegetais e animais. Um dos tipos pode se transformar em outro e depois retornar ao estado original. Estas mudanças são perceptíveis sob microscopia “solar” (SPALLANZANI, 1769).

Uma variação deste tipo de experimentação é colocar os grãos na terra por alguns dias, cortando-se as primeiras raízes. Observamos fibras longitudinais e penugem por todo o comprimento da raiz. Nos ramos da raiz crescem fios delicados e entrelaçados quando há vapor intenso. Ambos os tipos de experimentação mostram resultados semelhantes.

Para Spallanzani, o regresso da forma animal para a vegetal é um milagre da natureza, com um ar de novidade. Ele retirou os germes (organismos microscópicos) do liquor (infusão) de grãos após a inserção de animais e a retirada de uma *plumagem* (?); inicialmente havia água e alimentos suficientes para as suas necessidades. Spallanzani apenas esperou o suficiente para haver a transformação destes animais em plantas. A população da infusão diminuiu e desapareceu. Atualmente sabemos que ocorre uma sucessão ecológica neste tipo de infusão, e não uma transformação morfofuncional, embora alguns destes seres microscópicos realmente apresentem uma plasticidade funcional transicional entre os conceitos de animal e vegetal, como as capacidades de locomoção e fotossíntese. Spallanzani repetiu estes experimentos diversas vezes, embora não o mencione diretamente. Este tipo de observação com intervenção requer repetição para chegarmos a algum resultado. Tanto que ele descreve o surgimento de seres menores quando os maiores estão desaparecendo; o grau de aumento não permitia visualizar a sua forma. Spallanzani procurou demonstrar que as novas formas não provinham de ovos.

O grau de aumento também não permitia visualizar as formas de resistência extremamente pequenas que poderiam existir. Mas a ebulição da infusão supostamente os eliminaria. Spallanzani vedou completamente os vasos de infusão para evitar que os ovos entrassem antes ou após a fervura da infusão. Até mesmo a infusão com vinagre permitiu surgir animálculos (SPALLANZANI, 1769).

As conclusões de Spallanzani refletem um forte vitalismo. Needham, um inglês que também se preocupou com os seres microscópicos, acreditava em uma força vegetativa, ou *vegetatrix* (*vegetatrice*), na produção destes corpos orgânicos. De Saussure acreditou na possibilidade

destes seres se dividirem em vez de se propagarem ou morrerem. É uma boa hipótese alternativa e que se mostrou viável posteriormente.

Há um diálogo entre Spallanzani e Needham. Este considerou a possibilidade de haver dois tipos de seres, os *moventes* e os *resistentes*, e que haveria diferentes graus de atividade, sendo que a de menor atividade poderia ser absorvida pela de maior atividade do outro; isso pode ocorrer dentro da mesma espécie. Este tipo de consideração leva os princípios da matéria e lembra os princípios de sensibilidade e de irritabilidade de Glisson (pág. XVII). A vitalidade individual permite que os seres macroscópicos possuam sensibilidade, espiritualidade e inteligência.

Para Spallanzani, as forças plásticas – ideia de origem grega – foram abaladas pela Física Moderna de então, mas que não se apresentaria em nenhum outro aspecto da Natureza.

Havia a discussão na Europa sobre o desenvolvimento entre Ovíparos e Vivíparos, pois após a casca de um ovo ser quebrada, os seres que estavam lá dentro não procuravam se libertar e se desenvolver em sucessão, originando a espécie – ou, melhor, o adulto. Spallanzani acreditava em uma força prática – a qual outros podiam sinonimizar como força ativa ou como força vegetativa – subjacente ao seu desenvolvimento. O primeiro olhar pode ser feito sobre os Reinos Vegetal e Animal. As mudanças são espantosas, com formas variadas e combinações estranhas; Buffon atribuía ao verme espermático uma força interior que age sobre a matéria; esta ação origina a infinita variedade das moléculas orgânicas. Torna-se necessária uma prática clara e simples para a geração dos corpos vivos. Assim, é possível entender como os animais microscópicos surgem nas infusões dos vegetais (*idem*).

Um primeiro passo seria considerar a hipótese de Needham, com o exame dos alimentos fervidos para formar a infusão, os quais forneceria os alimentos para os animais. Se estes alimentos forem realmente necessários, o autor infere, como algo altamente provável, que membros dos corpos sejam unidos pelo desenvolvimento da matéria, já extremamente abundante. Há algo que a purifica, a retifica, converte as partes mais delicadas em uma substância seminal e lhe dá a faculdade de produzir os semelhantes na sua própria espécie. Há canais conduintes nos animais para dirigir, filtrar e dispor o que for necessário para produzir esta infinidade de animais. É o licor do macho que é levado até o licor seminal da fêmea; os licores se unem, se confundem por ação de uma força ativa, ou vegetativa, e se arranjam para formar um pequeno corpo organizado, conforme a espécie. Apenas depois é que se desenvolvem os

seus órgãos. Assim, Needham atribui a geração dos seres vivos à força vegetativa que considerava existir na natureza. Ele fez infusões de diferentes substâncias em água comum; colocou as infusões sob as lentes do microscópio. Ele percebeu que, após algum tempo, os pequenos corpos ficaram em uma nova disposição, um novo arranjo de partes. Inicialmente eles se apresentavam como glóbulos ou massas; depois, eles se agitavam e passeavam livremente no licor, algo tipicamente animal. Após uma temporada maior em infusão, o número de animais subiu prodigiosamente. Filamentos de vegetação e formações bem delineadas, como colóides ou tumescências, podiam ser distinguidos. Há um princípio interior que os faz mudar e movimentar o corpo. As mudanças de forma afetam a matéria da qual são compostos e os seus movimentos, que são internos. Esses se mostram claramente, mas a sua origem é interna e determina até mesmo as novas formas. Para evitar a contaminação externa, Needham também fez experimentos em recipientes bem fechados, e os zoófitos, ou animais plantas, apareceram (SPALLANZANI, 1769).

Houve muitas críticas ao sistema de Needham, principalmente, na Itália. Tanto que ele convidou Spallanzani para fazer novos experimentos sobre esse sistema, pois a experimentação e um novo olhar seriam necessários para demonstrar sua teoria de Needham (idem).

Um pressuposto para as análises de Spallanzani é a presença de um provável princípio de animalidade na água. A água, com a infusão de ervas ou grãos, é capaz de apresentar uma infinidade de pequenos animais. Não era ainda possível descrevê-los exata e completamente, mas Spallanzani e os demais microscopistas procuravam conhecê-los, assim como seus instintos, às suas leis e os fenômenos que os regram. Spallanzani preocupava-se em acrescentar algo a esta jornada, selecionando as análises que seriam de maior importância (idem).

Spallanzani fez infusões de semente de abóbora, de *bled* da Turquia, de grão e de queijo. No início, havia poucos seres, os quais se movimentavam em linhas retas ou oblíquas ou em círculos, ou então faziam piruetas. Eles se lançavam com voracidade para o material orgânico em decomposição na infusão de abóbora. O licor apresentava-se inicialmente com baixa decomposição, acelerando-se com a penetração de água neste material em decomposição até turvá-lo. Surgiram corpos opacos ao microscópio, com forma irregular e que erravam nesta infusão entre os tecidos e as fibras presentes, penetrando nos tecidos. Pareciam locomover-se com o uso de pés ou de bicos aduncos. A sua transparência permitia a visualização do seu interior. A maioria das vísceras parecia amontoada em um conjunto. Estas criaturas estavam

envoltas em um envoltório transparente e eram capazes de um movimento duplo: o de seguirem diretamente à frente e o de se dobrarem sobre si mesmas (idem).

Com o passar do tempo, os seres tornavam-se maiores e mais vigorosos. A mudança poderia ocorrer devido às mudanças no fluido. Spallanzani acrescentou uma gota de água clara e logo os animais ficaram menos transparentes e, assim como os demais, tendiam a se juntar ao redor de uma matéria seminal dispersa. Eles só se espalhariam mais quando mais nutrientes fossem colocados (idem).

Na infusão de paciência, há animálculos bastante raros e uma espécie comum que também ocorria na infusão de camomila – e em menor quantidade do que naquela de grão de abóbora. Esta espécie é oval alongada, com extremidades afiladas. Ela apresenta um movimento ora rápido, ora lento (idem).

Na infusão com a mistura de *bled* da Turquia com queijo, estavam presentes três espécies diferentes notáveis. Uma delas era redonda, pequena, com marcha lenta e movimentos saltitantes; outra, oval e um pouco mais forte; e a maior delas, com corpo alongado. Alguns deles apresentavam canais ou tubos no centro do corpo e em toda a sua extensão. Estes tubos talvez estivessem destinados a conter os alimentos, como nos vermes redondos de homens e de bezerras. Spallanzani retirou a película que envolvia os animais, colocando-os em uma infusão com algumas gotas de urina. Nesta solução, os animais ficaram moles e lentos, com convulsões estranhas. Logo depois, os seus envoltórios começaram a desaparecer até se dissolverem completamente. Deste modo, ele percebeu melhor os grãos e intestinos no seu interior.

Em todos os animálculos que sofreram esta mesma intervenção, os resultados foram idênticos. Mas os animálculos maiores mostraram maior sensibilidade. Os animais reduziam-se até praticamente expirarem, aproximando as duas extremidades opostas, de maneira a formar um círculo. Podiam ficar recolhidos ou secos. Também podiam metaforsear-se em folha seca ou em pontas alongadas que terminavam por envolvê-los como uma bainha. Estas pontas apresentavam movimentos sob a ação corrosiva da urina, que “incomodariam” a organização natural do organismo.

Estes filamentos funcionam como pés e também permitem a sua identificação; outras funções não são passíveis de identificação. Spallanzani também não identificou a função das bolas internas ao organismo. Para ele, todas as estruturas têm, ao menos, uma função (idem). Spallanzani, então, também considera a existência de uma causa material, as bolas e outras

estruturas, assim como o animal como um todo; uma causa formal, as funções vegetativas relacionais e os animálculos como tijolos dos seres multicelulares; e uma causa final, a função mais elevada e o adulto multicelular. Há um aristotelismo embutido em sua teorização.

Ele considera que apenas gênios conseguiriam penetrar mais profundamente no estudo da natureza (idem), no que concordamos, pois é necessário talento para lidar com as questões da vida.

No seu terceiro livro **Expériences pour servir à l'histoire de La Génération des Animaux et des Plantes, par M. L'Abbé Spallanzani**, a ênfase de Spallanzani foi na reprodução e nos processos iniciais dos animais pluricelulares. Esses animais se originam dos microscópicos, sua base estrutural.

Spallanzani levanta a hipótese da curiosidade humana sobre a geração animal desde que a Humanidade surgiu e teve descendência. Para ele, foram necessárias mais de duzentas gerações e uma “multidão de homens engenhosos e profundos” para reunir o material necessário sobre geração. O desenrolar do tempo também foi uma “sucessão de erros”, permitindo as ideias mais incríveis, as contradições mais fortes, o mascaramento mais incoerente da Natureza desta Ciência “que procura explicar os fenômenos” da geração dos seres organizados, ou pluricelulares. Bournet, Haller e Spallanzani foram importantes para a sua história, pois o seu século teria sido o mais importante até então sobre este aspecto da Fisiologia, inclusive a do ser humano. As propostas de Spallanzani foram mais preciosas do que os “romances” criados até então, sendo percebidas na prática experimental de diversos fisiologistas da época (pp. i-iv). Notamos aqui o cunho funcional e experimental do termo *fisiologia*.

Para Spallanzani, a geração e o ser humano são um contínuo do mundo vivo microscópico. O nascimento de um ser vivo macroscópico teria “fornecido asseguradamente a todos os homens pensantes um problema cuja solução deveria interessar singularmente à sua curiosidade. Quando o primeiro homem viveu, foi há seis milhões de anos; (...) quando ele viu o seu [a sua primeira criança] desenvolvendo-se passo a passo e oferecendo-lhe um ser humano semelhante a ele mesmo (...) ele procurou, sem dúvida, as causas desse fenômeno tão obscuro. Talvez não vivessem além da união dos sexos para produzi-lo; mas foi assim que mais de duzentas gerações lhe sucederam” (SPALLANZANI, 1785, pp. iv-v).

Desde os antigos gregos há uma preocupação mais racional e menos mitológica. Para Aristóteles, por exemplo, os nutrientes formariam o sangue; este sangue, após cocção, é um

tecido em potencial que poderia se converter em tecidos reais. O mesmo ocorreria na Reprodução. Para esse autor, o sangue que sofresse forte cocção, nas mulheres, transformar-se-ia em fluido menstrual que já estaria pronto para se transformar em todas as partes de um novo indivíduo, um animal, em potencial. A conversão final dos alimentos levaria à forma final, ou alma – isto é, à organização – que comunicaria ao sangue pós-cocção que estava pronto. O fluido menstrual sofreria movimentos transformadores que fariam surgir estruturas, o que seria induzido pelo sêmen. Uma pequena parte deste sêmen seria transferida para a fêmea durante o coito e reagiria de alguma forma com partículas derivadas do corpo dela. Estas partículas já eram teorizadas desde Demócrito (HALL, 1975, pp. 113-114). Para Aristóteles, não haveria pré-formação no material oriundo do macho (HALL, 1975, p. 114). Para Demócrito, a substância seminal seria uma coletânea de todas as partes dos corpos parentais (idem, pág. 57). Diversos autores acreditavam na preexistência do feto, como Malpighi, Bourguet, Swammerdam, Cheyne e Bonnet – todos estes anteriores a Spallanzani.

Os pesquisadores anteriores teriam lidado mais com pesquisas anatômicas, com visão eminentemente macroscópica. Para a maioria, faltaria uma visão mais microscópica e algum aparato que permitisse esse tipo de visão. Para alguns destes, como Harvey, a visão anatômica-funcional seria o passo inicial para avaliar qualquer outro aspecto mais profundo e específico. Demócrito possuía uma visão microscópica, mas não possuía nenhum aparato ou tecnologia para concebê-lo. Então seria a racionalidade que teria que avaliar esse aspecto até algum pesquisador poder conceber esses experimentos e realizá-los. Muitas das observações em geração eram realizadas em ovos de galinha, mas faltavam estudos sobre fecundação e desenvolvimento inicial. Spallanzani teria “atualizado” (ou melhor, analisado) esta área em um século onde ela havia se desenvolvido muito devido a Bonnet, Haller e Spallanzani. Antes, a geração teria sido dominada por “romances” – um exagero, já que pesquisadores sérios haviam realizado pesquisas nesta área, mesmo que erroneamente. Spallanzani fez experimentos sobre a “fecundação”, realizando “os mesmos efeitos que operam desde a Criação” (SPALLANZANI, 1785, p. iii); as suas “imitações” da Criação demonstrariam a “solidez das suas descobertas” e as “verdades acima dos seus sentimentos”. Ele procurou desnudar a verdade da natureza sem nenhum engano pessoal, sem cair na armadilha de uma opinião querida, creditada como verdadeira agindo como simplórios. Uma das dificuldades é a de se distinguir o feto em grandes animais dias após a fecundação. Spallanzani teve que “sonhar” para dizer alguma coisa, já que não poderia ser. Ele e outros ainda procuravam por uma verdade – e, pelo menos temporariamente, criavam ideias novas – se “fábulas” mais ou menos bem tecidas. Diversas delas desa-

bam quando procuramos obter as semelhanças com o real, que são “sempre tão perigosas quanto sedutoras” levando a serem igualadas com a verdade (SPALLANZANI, 1785, p. vi)

Até a época de Haller, o estudo da geração e do desenvolvimento dos organismos multicelulares foi mais um “aproveitamento da Anatomia” do que um avanço da Fisiologia – uma separação evidente entre as antigas Anatomia e Fisiologia e as suas formas mais modernas. O grande problema ainda era o aparecimento do feto nos grandes animais; esse feto só seria distinguido dias depois da fecundação, um “momento precioso” que era perdido – e com razão. Ele “precisou sonhar para dizer alguma coisa; também andamos ao redor da verdade; e, quando não se a tem, poderíamos substituí-la por alguma fábula, mais ou menos bem tecidas”. Estas fábulas, que hoje podemos denominar *representações* podem ruir quando as *semelhanças* são obtidas. E estas semelhanças estão mais próximas ao ser, à representação do real em si (SPALLANZANI, 1785, pp. v-vi). Está claro que Spallanzani está lidando com a Fisiologia Experimental, não com a antiga Anatomia.

Apenas um dos diversos sistemas imaginados poderia explicar os fenômenos, a realidade. Para o autor, estes sistemas poderiam ser reduzidos a apenas dois. Em um deles, o ser gerado pode ter “sido formado pelo ato que deu lugar ao seu nascimento”, não existindo anteriormente; ele receberia as suas partes de forma coordenada e “com suas propriedades quando foi produzido”. O autor faz aqui uma analogia com o relógio: ele existe porque há peças fabricadas separadamente que são reunidas de forma lógica sobre um suporte, um sistema baseado em moléculas orgânicas. O segundo sistema de raciocínio seria aquele onde o ser seja preexistente; o ato gerador do seu desenvolvimento e nascimento apenas o teria tirado do torpor pelo ser mais ativo e doador “de uma vida mais ativa”, de energia para um crescimento ativo, tornando o ser invisível em visível para que ele possa “percorrer as vicissitudes da vida”. Não imaginávamos a possibilidade de outros caminhos. Hoje estaríamos parcialmente mais propensos ao primeiro sistema, embora com muitas restrições e exigindo uma terceira via. Mas os trabalhos de Spallanzani, Haller e Bonnet fariam “reconhecer a impossibilidade do primeiro sistema”, pois os meios utilizados para estabelecê-los são “estranhos à natureza”, fazendo desmoronar a teoria a ele relacionada. A representação não se adequaria aos fenômenos; portanto, teria que ser excluída (*idem*, p. viii). Não há um “todo harmônico” (p. vii). Foi necessário assegurarmo-nos “de que não seja mais o fenômeno do Observador do que aquele da Natureza” (p. ix). Portanto, o feto, seja animal seja vegetal, “é um ser organizado em miniatura”(p. ix), com todas as partes correspondentes às do adulto e

sem deslocamento do local de inserção; se deslocamento houvesse, levaria ao aniquilamento dos efeitos em cascata, uma sequência de relações com todos os demais seres do Universo - um discurso determinista e metafísico transcendental.

Os corpos vivos são como máquinas organizadas, complexas e inteligentes. O autor levanta a impossibilidade de se “compreender o conjunto” e de se “definir todas as partes” (p. x), um pensamento que, neste contexto, é transcendental e que, posteriormente, levou ao conceito de sistemas biológicos e à complexidade como formas de análise científica. Naquele conceito inicial há a questão de que “as máquinas organizadas deterioram-se apenas na falta de um operário inteligente” e a de que poderia apresentar um mecanismo “cego”. Realmente havia a necesidade de entendermos o que é subjacente ao observado até então; é claro que há a possibilidade de mecanismos mais microscópicos e de propriedades emergentes realmente existirem – com ou sem raciocínios transcendentais. Estas questões podem ser formuladas por um ateu especulativo (p. xii), mas a Criação estaria além da mera razão, pois o Eterno estaria presente. Seria impossível haver um ateísmo verificável (p. xii). Seria muito mais fácil entendermos um material inerte, sem vida, circulação ou assimilação (p. xiii). Devemos então renegar esta hipótese condenada pela Natureza e aceitar a preexistência dos fetos à fecundação; “a geração não seria uma criação, mas o desenvolvimento de um ser já existente” (p. xiii). Existem realmente sistemas complexos, desde o nível molecular até níveis ecossistêmicos interagindo de diferentes modos.

Macho e fêmea cooperariam para a geração. Temos então duas possibilidades: os machos ou as fêmeas é que seriam os depositários desses fetos. Esta é a questão levantada por Spallanzani ao consultar a Natureza, como Haller já fizera com os fetos “no seio das fêmeas após a sua fecundação” (p. xiv), observando-os como meros seres pequenos dos animais adultos. Spallanzani teria “provado” que os “vermes espermáticos” depositados nas fêmeas após o acasalamento não seriam essenciais para a geração de um novo ser vivo. Spallanzani utilizou rãs e sapos como modelos experimentais por apresentarem reprodução aquática externa e serem de manuseio mais simples do que animais de fecundação interna, como aqueles utilizados por Harvey e Haller. Aqui, os silogismos também estão sendo utilizados. O moderno novamente interage com o antigo.

Spallanzani “fecundou” uma “multidão” de girinos. As fêmeas lançam corpúsculos transparentes no meio aquático. Como o girino é fecundado, o feto é oriundo da fêmea. Assim, o girino é considerado um feto préformado oriundo da fêmea.

A hipótese de trabalho é a demonstração física de que “os corpos organizados [isto é, dos multicelulares] preexistem à sua fecundação”, e eles preexistem nas fêmeas. A geração é, assim, somente um “desenvolvimento do todo orgânico existente em miniatura no ovo, no feto ou na semente”. Haller havia demonstrado que o “feto pertence à fêmea” e que há um contínuo entre a membrana que “reveste o amarelo do ovo” com o intestino delgado do frango; o amarelo tem os seus vasos, os quais se comunicam com o coração do frango, permitindo a circulação do sangue. Não há uma demonstração direta da fecundação, mas elucubrações e analogias com observações e experimentos vinculados a outras hipóteses e a outras teorias. Estas analogias permitiriam lançar hipóteses, não obter resultados. Tanto que abateram esta questão em Haller, fazendo com que ele “renunciasse” à sua opinião, sendo a nova conclusão diametralmente oposta à fecundação nas fêmeas (idem, pp. xv – xvii).

Surge, então, a questão de o animal dentro do ovo ter que possuir as partes essenciais à sua existência; portanto, é necessária a sua preexistência à fecundação. A existência de apenas uma parte do animal incubado “terá consequências rigorosas” (pp. xv-xvi). O fato de haver vasos e aparelho digestório como um contínuo entre gema e adulto “comprovaria” a necessidade da pré-formação do embrião necessitando apenas crescer.

As conclusões de Spallanzani “ratificam” as suas hipóteses, “iluminando” o processo da geração dos seres vivos, “demonstrando” a existência de fetos na fêmea antes da fecundação, antes deles descerem ao útero. Os fetos não fecundados nos ovários seriam perfeitamente semelhantes àqueles que foram fecundados; ambos diferenciam-se apenas por mudanças operadas pela fecundação; ambos apresentam “todas as partes essenciais nos girinos” – são, portanto, girinos perfeitos – e encerram dentro de si “todas as partes da rã ou do sapo”.

Nesta introdução consideramos que apenas uma pilha de fatos pode mostrar a incoerência de um sistema ou teoria em seus detalhes. É a coerência que faz subsistir todo o sistema, independentemente das tentativas físicas e metafísicas em um todo harmonioso. Outro modo de não aprová-lo seria julgando as observações e as experimentações com o uso da razão, “retirando as consequências mais imediatas e utilizando as ideias que ela apresenta de outra forma, sem se deixar levar demais pela imaginação. Pois o fenômeno do observador não deve ser maior que o da Natureza”. Spallanzani conclui, então, que o feto, seja animal seja vegetal, seja “um ser organizado em miniatura que encerra todas as partes do ser”.

Já no texto em que descreve os seus experimentos, Spallanzani procura fundamentar a preexistência dos fetos à fecundação, como foi descrito na Introdução e acima. E a raridade, em Física, da “pesquisa de uma verdade não levar a outras que se apresetam por si mesmas”, como a descoberta de que alguns animais antes considerados ovíparos serem, na realidade, vivíparos (SPALLANZANI, 1785, pp. 1-2). Experimentalmente, fecundou artificialmente os embriões com o “licor seminal”, isto é, com o sêmen. Estes embriões nasceram como aqueles que foram fecundados, ou pareados (idem, p. 2).

A rã verde aquática, de dorso verde e habitante de pântanos com cultivos de arroz e fossos, se reproduz entre abril e maio na Lombardia, época de calor. Ovos ainda imaturos foram capturados no outono e na primavera ainda nos ovários das fêmeas. Estes ovos são menores, pouco discerníveis a olho nu; apresentam uma forma esférica e coloração cinza. Os maduros são sete a oito vezes maiores e apresentam cor branca de um lado e escura de outro. Todos brilham e mudam no *licor viscoso*. As fêmeas apresentam um ovário pontilhado em negro, tais pontos haviam sido considerados por diversos naturalistas como rudimentos iniciais de girinos que se desenvolvem no ovo, uma “precipitação de julgamento” devido à observação pura, sem procurar esclarecer o fato mais profundamente intervindo, experimentando ou observando com intervenção. Spallanzani procurou por uma resposta real: separou a membrana que envolve os ovos; os demais pontos estavam aderidos à membrana. Estes pontos, negros e menores, na realidade, não se apresentaram como ovos, mas como manchas que atravessam a membrana semelhantes àquelas do mesentério e do coração destas rãs. Os ovos primaveris são maiores que os outonais ou invernales; eles chegam à maturidade durante o pareamento. Spallanzani evidenciou microscopicamente as mudanças sazonais dos ovos por intervenção direta com observação. É na primavera que o macho monta no dorso da fêmea, e a massageia até ela soltar os ovos, um ato que pode durar dias (idem, pp. 7-8).

Spallanzani observa que as fêmeas não colocam os ovos quando afastadas dos machos. Quando ele separou os casais após os ovos terem chegado ao útero, estes ovos se externalizam, mas são estéreis (idem).

Os ovos são inicialmente encontrados nos ovários, descem pelo canal dos ovos e atingem o útero; apenas os menores ficam nos ovários. Aqueles que descem pelos canais e atingem o útero são envolvidos por muco (p. 8). Spallanzani retirou ovos do ovário, dos canais e do útero durante o pareamento para observar se estavam fecundados, mas sem êxito. Após a retirada dos ovos de cinquenta e seis fêmeas eles putrefaram, pois eram estéreis. Mas aqueles

retirados do ânus da fêmea durante o pareamento se desenvolveram e “deram nascimento” a girinos fecundados. Estes experimentos demonstraram que os ovos são fecundados fora do corpo da rã, não dentro.

Frédéric Menzius, professor em Leipzig, imaginou que, durante o pareamento, o sêmen, ou *licor seminal*, sairia da *proeminência carnosa* observada no polegar do macho que esfrega o peito da fêmea, e atingiria, “por meios químicos incomuns”, o ovário, onde fecundaria os ovos (idem, pp. 8-9).

Para avaliar como a fecundação ocorre, ele observou o comportamento reprodutivo dos casais. O macho estica um ponto inchado e obtuso próximo ao ânus, o qual Spallanzani supôs que fosse o pênis. Esse pênis se aproxima e se afasta dos ovos mais próximos do ânus da fêmea. Ele não conseguiu observar a saída do sêmen, o que não excluiria a sua existência devido à “sua pequenez” e à sua quantidade ou diafanidade. Deste modo, Spallanzani colocou alguns casais pareados em vasilhames sem água; percebendo que o emparelhamento não foi prejudicado, Spallanzani orientou os jorros dos pênis para os ovos liberados pela fêmea, com diversas repetições. As fêmeas pararam de lançar ovos e os machos, de lançar este *licor transparente*. Em sete casais de rãs pareadas no seco, o pareamento só parou quando as fêmeas pararam todos os ovos, os quais eclodiram ao serem colocados na água. Este *licor transparente* seria o sêmen lançado pelo macho, pois o havia percebido nas vesículas seminais (idem, p.11).

Para o Abade Nollet, o girino já existiria antes da fecundação. Para verificar, Spallanzani observou os pareamentos durante semanas, mas também colocou pequenas calças apertadas e impermeáveis. Ele não percebeu nada “que anunciasse o ato da fecundação” (p. 12). Estes machos “vestidos” emparelhavam da forma usual; algumas das calças estavam umedecidas pelo *licor espermático*; algumas gotas deste líquido ainda eram visíveis dentro das calças. Spallanzani confirmou que este líquido fosse sêmen ao produzir uma “fecundação artificial verdadeira” (p. 13).

Spallanzani observou que os ovos colocados pelas fêmeas durante o pareamento são “envolvidos por uma matéria mucilaginosa esbranquiçada”, com massas esféricas presas entre si, uma gota dentro da outra. Ao se romper a sua camada mais interna sai um líquido transparente qual água. A superfície de um dos hemisférios é escura; a outra, esbranquiçada. Nos períodos de calor, foi possível distinguir nestes ovos os traços do pequeno girino. Os ovos aumentam de tamanho sem perder a circularidade. A parte negra se aprofunda como um “filão

longitudinal” terminando em falhas que acompanham o crescimento do ovo. A parte branca escurece (idem).

Spallanzani percebeu que, devido ao seu crescimento, os ovos não seriam como a maioria dos Naturalistas acreditava, mas sim, girinos de fato, pois durante o crescimento há um alongamento do corpo, de seus sulcos e de suas falhas. A parte posterior, mais afilada, já é a cauda do girino; o restante é o corpo. Para Spallanzani, o ovo englobaria tanto o corpo, com os olhos fechados do girino, quanto a cauda, assim como duas proeminências espinhosas que servem para se prenderem a outros corpos.

Os girinos como globos já apresentam sinais de vida, principalmente quando estimulados por agulhas ou por luz do sol. O seu cordão umbilical também apresenta sensibilidade, principalmente quando o girino sai do invólucro (p. 17). Estes globos seriam os fetos antes da fecundação. Eles apresentam fluidos que se solidificam, transformando-se em matéria homogênea quando colocados em vinho ou vinagre (p. 18). Apenas os fetos fecundados se desenvolveram. Assim, Spallanzani conclui que:

1. Os ovos existem nos ovários antes de descerem pelos canais dos ovos; portanto, existem antes da fecundação.
2. Nem todos os fetos sobrevivem; o seu desenvolvimento é sensível, sendo sessenta vezes maiores do que um ano antes.
3. O feto preexiste à fecundação junto com o âmnio e com o cordão umbilical.

A partir destas conclusões podemos perceber o porquê de Spallanzani ter deduzido que os ovos já estariam prontos para descerem pelos canais e serem fecundados um ano antes de serem externalizados.

Spallanzani realiza experimentos semelhantes com a rã das árvores, ao mesmo tempo em que procura reavaliá-los com outros animais e resolver alguns poucos equívocos que permaneceram. Esta espécie de rã é pequena, com dorso verde e também se multiplica nos pântanos e nas fossas. O seu comportamento reprodutivo é semelhante ao dos sapos; elas se reproduzem no verão quando descem das árvores para o meio aquático. Como elas também se reproduzem na água, ele realizou experimentos semelhantes, como aquele dos machos com calças impermeáveis, e os resultados “comprovaram” as suas teses. São os detalhes que mudam, como os olhos que se projetam no girino.

A referência de Spallanzani à matéria homogênea de quando o girino é mergulhado em vinho ou vinagre reflete uma influência das ideias aristotélicas. Mas esta não parece ser a única influência deste *fisiologer* sobre as ideias e as análises de Spallanzani. Na reprodução, conforme entendida por Aristóteles (ARISTÓTELES, 1942, p. vii), o indivíduo está ligado ao Cosmos; é no indivíduo que se concentram e se unem as forças do Universo, pois Deus preencheria a criação completamente, lembrando a posição de Spallanzani. Os deuses estariam presentes em tudo, assim como a beleza. O *pneuma*, uma contraparte do éter constituinte divino das esferas e das estrelas, é um “artefato” da Natureza, a alma dos seres vivos. Aristóteles estudou comparativamente a geração, incluindo polvos, peixes e enguias. Para A.L. Peck (ARISTÓTELES, 1942, p. xii), podemos discutir as questões aristotélicas de geração situando-as como pré-formação e epigenética, ou sobre o tempo da determinação genética no embrião. Aristóteles foi o primeiro a utilizar o método comparativo em embriologia, procurando por dados disponíveis; ele colocou claramente as duas teorias rivais principais, a pré-formação e a epigenética, e decidiu-se pela última, enquanto que Spallanzani defendia a primeira. Aristóteles considerou que as características genéricas viriam antes das específicas e antecipou os movimentos morfogenéticos que são fundamentais ao desenvolvimento embrionário. Esse erro é similar ao de Spallanzani, pois os girinos são fetos já fecundados.

Spallanzani, aparentemente, utilizou algumas categorias aristotélicas nos seus trabalhos. As células seriam entidades genéricas para os animais, mas de um modo errôneo: são os seres unicelulares que formam a base estrutural para os seres pluricelulares. Ele pode ter utilizado também estas categorias, de uma forma mais ampla, A reprodução é um ato generativo genérico para todos os seres vivos, como uma pré-formação. Os modos reprodutivos seriam específicos, mas muito semelhantes ao modo generalizado e também baseado nos *archei vitais* helmontianos. Spallanzani abraçou o modelo helmontiano, baseado na ideia de agrupamentos de *archei vitais* governando o corpo.

## DISCUSSÃO

A Ciência pode ser considerada como uma área fortemente embasada e respaldada pela Natureza, pelos fatos e pelos fenômenos – enfim, pela Realidade.

Fenômeno (“perceber”, em grego) é um evento, algo ou processo que pode ser percebido. Para os cientistas, ele é algo notável, discernível, um evento ou processo que ocorre regularmente sob circunstâncias definidas; ou, então, um evento que seja muito importante. Esse evento ou processo pode ser expresso como uma lei em Física, mas, em Biologia, utilizamos o termo fenômeno. Os fenômenos são observados, mas não são variáveis dos sentidos, opondo-se à sua essência (HACKING, 2008); eles podem ser a própria essência. Para van Fraasen, esta é a única realidade; o desconhecido deve tornar-se conhecido através dos sentidos. São os dados sensoriais que devem ser avaliados racionalmente. Os fenômenos aqui não seriam apenas possibilidades de sensação, mas dados sensoriais reais e possíveis, não algo excepcional. Os fenômenos são públicos, regulares e aparentes, ao menos em potência; eles devem apresentar um conteúdo experimental, causas eficientes e mostrar algum efeito reconhecível de alguma forma. O efeito é descoberto experimentalmente ao se criar um fenômeno específico; o fenômeno apresenta regularidades discerníveis de importância: o fenômeno da circulação é um efeito do batimento cardíaco, que, por sua vez, é um fenômeno originado pela excitabilidade. Um fenômeno é ocasionado pelo efeito de uma causa eficiente; o fenômeno pode ser o próprio efeito. O efeito deve ser interno ao fenômeno ou ao aparelho utilizado para avaliá-lo; o fenômeno tem que ser provocado para ser avaliado. Haller avaliou diversas vezes a sensibilidade e a “irritabilidade” quanto ao seu potencial e à sua realidade, provocando a retração muscular e separando os diferentes tecidos; Harvey verificou o efeito do batimento cardíaco bloqueando os vasos, um efeito que se contrapunha ao movimento do sangue originado da pulsação do coração para demonstrar este movimento como originado do movimento cardíaco. Para ambos, assim como para Spallanzani, o efeito é interno ao fenômeno, e, por isso, possível de ser analisado. O efeito é descoberto experimentalmente ao se criar uma experimentação específica para testá-lo; para avaliar os efeitos temos que estudar as ramificações desse efeito, sejam os fenômenos ligados à circulação ou à irritabilidade. Harvey e Haller analisaram cuidadosamente o movimento do sangue e a sensibilidade das partes corporais em diversas partes do corpo e em diferentes contextos experimentais. Esse tipo de trabalho requer engenhosidade para ser criado e para ser realizado, pois é uma trama complexa que procuramos desvendar. Formulamos teorias sobre o mundo e sobre os eventos e

conjecturamos sobre os fenômenos; em muitos casos, criamos leis e equações, ambos mais comuns na área de Ciências Exatas. Os fenômenos, mais comuns nas diferentes áreas científicas, são regularidades; as nossas teorias visam descobri-los; afinal, utilizamos as regularidades para isso. Para muitos filósofos e cientistas, como para Hacking (2008), por exemplo, os efeitos não ocorrem externamente ao aparato, algo tecnologicamente confiável e produzido rotineiramente, em estado puro. Na natureza, sem causas intervenientes, não há a ocorrência do evento: os fenômenos seriam criados. Nos casos de Harvey, de Haller e de Spallanzani, foi utilizado não um aparelho, mas um aparato cujos efeitos podem ser constatados logicamente e com usos mais próximos de um raciocínio cotidiano de alto nível. Eles intervinham para avaliar a existência de fenômenos e eventos, não para criá-los. Os efeitos que Harvey obteve ocorriam naturalmente; as suas interferências eram demonstrativas dos fenômenos naturais, pois permitiam a sua evidenciação, e eram efetivas e reais quanto aos movimentos do coração e do sangue. Ele apenas abre os corpos para demonstrar o caminho percorrido pelo sangue, impulsionado pelo coração. Portanto, a maioria das suas interferências só faz tornar aparente a ação do coração e o movimento do sangue, sem artefatos. Já Haller e Spallanzani tiveram que intervir em um nível mais profundo, hierarquicamente inferior e mais próximo do subvisível, onde as demonstrações e os experimentos são mais complexos. Mesmo assim, Haller demonstrou, clara e diretamente, os fenômenos de irritabilidade e sensibilidade, onde eles ocorriam e quais eram os fatores intervenientes. Spallanzani percebeu algo importante no sêmen e no óvulo que seria importante para a reprodução, mesmo que tenha inferido erradamente a causa formal, o que se tornou possível apenas após as descobertas do Padre Mendel sobre hereditariedade. Para Hacking, há efeitos na natureza que resultam de um efeito específico, assim como de diversos outros, passíveis de intervirem no fenômeno observado. Porém esse tipo de descrição, ou como percebemos a interação ou o seu resultado final, segundo leis diferentes, é orientado pela teoria. Harvey e Haller estavam procurando provar que as antigas teorias estavam erradas, pois havia diversos erros, brechas e pontos cegos, e, principalmente, formar uma nova teoria baseada na realidade experimentalmente percebida. Já Spallanzani procurou validar uma teoria já existente sobre a qual havia muitas críticas. A experimentação permite uma percepção mais profunda da realidade, fazendo com que ela seja percebida e avaliada. Harvey foi movido e “orientado” inicialmente pelas teorias de Galeno e por suas falhas; desenvolveu uma teoria inicial, ou hipótese de trabalho e chegou a uma teoria completamente diferente e incomensurável com a de Galeno. Haller também seguiu contra as teorias

anteriores após avaliar experimentalmente os tecidos sensíveis e irritáveis. Spallanzani procurou identificar as origens dos animais multicelulares de forma diferenciada dos seus antecessores, os quais se preocuparam mais em analisar o seu desenvolvimento. Nós analisamos os eventos complexos. Eventos naturais são complexos, mas procuramos analisá-los, pois somos capazes de fazê-lo de alguma forma. Nós os distinguimos em nossas mentes e fazemos isso experimentalmente, apresentando fenômenos puros isolados em laboratório. Se não houver algum grau de mecanização da Ciência, não é possível haver generalização. Realmente, a protomecânica e a mecânica auxiliaram na percepção dos fenômenos; então, realmente há a influência da teoria de forma pragmática.

As teorias podem realmente fazer com que consideremos as entidades teóricas como fatos. Uma das suas consequências pode ser bloquear as hipóteses alternativas para o mesmo evento (fato ou fenômeno). Portanto os experimentos - e talvez a experimentação- podem parecer que se adequam à teoria, principalmente quando há um excesso de teoria ou quando permitimos que as teorias dominem o experimento. O fazer experimental, principalmente a experimentação utilizando experimentos seriados, pode levar a outro nível de cognição, contrapondo-se ao excesso de teoria. Mas o mais importante é o cientista estar aberto a novas perspectivas teóricas, ou, melhor, a novas hipóteses que podem levar a novas teorias. Os conceitos podem ser modificados pelas mudanças teóricas originadas na experimentação.

As questões entre os gregos eram fortemente especulativas, apesar de também serem observacionais e empíricas. O seu empirismo era baseado em experimentos eventuais e carregados de teoria, o que não permitia uma resposta apenas do tipo sim ou não e, portanto, passíveis de diversas conclusões logicamente possíveis. O seu empirismo não permitia uma única resposta para a questão: sim (isto é, ocorre) ou não (não ocorre). Os gregos realizavam observações, experimentos e analogias. As observações, geralmente, eram ligadas a eventos naturais ou empíricos, com intervenções mínimas. Os experimentos eram pouco mais do que um empirismo simples, como descarnar ossos, observar atletas e lidar com fermentos, mas, eventualmente, também com diferentes graus de intervenção cirúrgica e dissecação. Os experimentos e as observações eram pontuais e eventuais, e serviam como base para especulações e analogias. Essas analogias nem sempre eram ligadas diretamente aos experimentos. As dissecações eram bem elaboradas. Eventualmente eram realizadas algumas vivisseções, mas com ideias preconcebidas, sem a possibilidade de obter respostas específicas (respostas abertas), mas passíveis de análises lógicas que podiam gerar diversas respostas plausíveis de forma perfeitamente racional, e as respostas eram, geralmente, consideradas

como reais para os seus praticantes. As analogias eram, geralmente, relacionadas à natureza e, eventualmente, aos mecanismos existentes feitos pelo homem. Desse modo, havia muitas considerações cosmológicas. Não havia perguntas específicas, séries de experimentos ou programas de pesquisa em *Œconomia Animal*; eles apenas aproveitavam as oportunidades para realizar análises (experimentos) eventuais. Os cirurgiões iam aonde podiam fazê-las ou realizar cirurgias; eventualmente, eles procuravam efetivamente realizar algum experimento. Os médicos apenas utilizavam as avaliações dos cirurgiões e os conhecimentos dos açougueiros, fossem provenientes de uma dissecação ou de uma análise comparativa – e, eventualmente, de dissecações e vivissecações humanas.

A Ciência grega era eminentemente metafísica, como algo baseado na filosofia primeira, mas com diferentes formas e estilos de experimentos. Devido ao seu modo de trabalho, mais holístico e inconcluso, os cientistas gregos não obtinham respostas fechadas. A sua *Œconomia Animal* se baseava em derivações lógicas a partir das observações realizadas em atletas, em animais e seus restos e em cadáveres, embora eles também fizessem investigações (*historia*). Eles também se baseavam em analogias que, em alguns casos, terminavam por atrapalhar as análises ou os seus resultados, como na relação entre sístole e diástole cardíacas com os pulmões. Algumas analogias serviriam como hipóteses e orientação experimental, mas sem responder plenamente às questões levantadas, como a analogia do coração com um chafariz.

Entre os gregos, a especulação e o desenvolvimento de teorias racionais com os poucos dados reais que possuíam foram hipertrofiados. Esse aspecto foi ainda mais intensificado logo antes e durante a Revolução Científica. O mecanicismo, o indutivismo, os experimentos seriados e realizados de forma criteriosa e racional, a redescoberta dos trabalhos dos antigos gregos, a síntese entre teoria e prática, o matematismo relacional, numérico ou lógico, e as análises comparativas provocaram a reavaliação do conhecimento, originando a Biologia Experimental, fazendo contrabalançar a hipertrofia, com o uso da experimentação (houve uma retomada racionalista posterior reforçando-a novamente). As questões nem sempre eram novas, mas o prisma e o modo como foram consideradas e trabalhadas, sim. As mudanças não foram lineares: havia períodos de retrocessos e disputas por diversos modos de pensar ocorrendo simultaneamente; alguns aspectos retrocederam e outros evoluíram no mesmo período e, eventualmente, no mesmo Observador. Foi o caso de Spallanzani, que percebeu a dificuldade do mecanicismo em demonstrar o que realmente estaria acontecendo; ao retirar o

mecanicismo, inseriu uma metafísica transcendental. Esse caso parece ser um retrocesso pensado, visando procurar por outros caminhos que pudessem mostrar o que realmente estaria acontecendo. Tampouco as mudanças deviam-se apenas a novos paradigmas: os processos de mudanças no modo de pensar já estavam embutidos no próprio processo de mudança. A mudança paradigmática total só foi possível após a aceitação social das mudanças propostas durante a Revolução Científica.

Prendermo-nos demais a uma teoria dificulta a percepção da realidade, caso a teoria não corresponda a um modelo que esteja mais próximo do real. Conseguir apreender a verdadeira realidade pode ser impossível, mas podemos tentar chegar o mais próximo possível dela através de modelos mais corretos. Desse modo, os modelos têm que evoluir ou ser substituídos por outros melhores. A procura pelo conhecimento da realidade leva à procura de comprovação de hipóteses relacionadas a essa teoria, ou a uma interpretação da realidade a partir de fatos, mas com algumas hipóteses que permitam ser substituídas por outras, originando alguma teoria mais apropriada. Eventualmente, é necessário que o teórico e o experimentador sejam o mesmo indivíduo, embora também possam ser indivíduos distintos. Harvey e Haller foram excelentes experimentadores que conseguiram criar uma teoria nova. Haller e Harvey foram melhores por conseguirem conciliar melhor teoria e prática (com experimentos realizados de forma a permitir que uma teoria surgisse fortemente embasada e sem margem a dúvidas). Procurar comprovar ou negar uma teoria pode levar a explorarmos algum caminho através de uma análise experimental que pode levar a algum novo caminho e permitir a criação de uma nova teoria. Para criarmos uma nova teoria é necessário criar uma hipótese sólida de trabalho, como uma análise exploratória, possuir uma boa percepção da realidade, um pensamento arguto e ser um bom experimentador, como Harvey e Haller. A complexidade experimental em seres vivos levou a uma compreensão tardia da circulação sanguínea e dos aspectos funcionais dos seres vivos. Os resultados e os raciocínios que permitiram chegar a uma teoria, só foram obtidos através de experimentações comparativas e neutras. Esse passo foi de extrema importância para a Biologia Experimental.

Mas a imaginação científica não pode ser excluída e sim, estimulada. Ela tanto pode gerar questões quanto teorias, analogias, equipamentos ou raciocínios. A experimentação é que mostrará a realidade do que supostamente seria observado. É por isso que podemos ter diversos fenômenos, fatos e teorias competindo entre si como reais e científicos. Apenas experimentar, por si só, não leva a lugar nenhum.

Mas nem sempre a imaginação científica é um fator positivo. Os seres microscópicos de Spallanzani foram descritos devido à sua transparência. Spallanzani teve dificuldades quanto aos girinos, mais complexos e mais escuros. As suas hipóteses o levaram a imaginar que tinha percebido a pré-formação dos girinos. Mas há dois detalhes. Um deles é que o girino surge apenas após a fecundação, não antes – e isto está parcialmente errado; os ovos que estão nos canais é que podem ser fecundados ao saírem gerando externamente o girino (no conceito de Spallanzani, o girino é um desenvolvimento do óvulo pré-fecundado). O outro fato é que o microscópio óptico funciona bem para objetos transparentes, mas não para superfícies opacas, deixando uma margem maior para especulações. Hacking (2088) critica o uso do microscópio para análises devido a esta margem de erro especulativa. Mas não podemos generalizar, como ele o fez. Spallanzani acertou em muitos aspectos da Microscopia, assim como os gregos erraram ao criarem a entidade *pneuma*. Outros tipos de análises com outros pressupostos teriam que ser realizados. O microscópio “aproxima” sim as entidades microscópicas do nosso campo de visão, como a luneta ou telescópio, tese defendida por Spallanzani e atacada por Hacking.

A Fisiologia atual não tem o mesmo cunho que o conceito original grego e tampouco o cunho ferneliano, mas sim, um derivativo destes, altamente influenciado pelo pensamento seiscentista e setecentista. Ela ainda é uma área que procura a natureza das coisas, mas restringindo-se apenas à natureza do funcionamento dos organismos vivos.

Acreditar em apenas uma teoria pode levar a enganos, quando haverá a sua substituição por outra melhor, ou por outras teorias competidoras. As teorias mais novas, baseadas em fatos e em dados empíricos sistemáticos e robustos, podem levar a uma maior proximidade com a realidade, mas, dificilmente, essa realidade será realmente conhecida.

Nos sécs. XVII e XVIII, começou a ser aplicado o método filosófico de separar o problema em partes menores, ligadas a questões empíricas em Biologia, onde seria evidenciado um problema, por vez, para resolvê-lo experimentalmente. Este método originou o Método Científico junto com o indutivismo e com a experimentação seriada, assim como a Fisiologia Experimental. Desse modo, a experimentação seriada e sistemática em Biologia foi tardia e complexa. Se esse método fosse aplicado anteriormente, muitas questões mais elementares em Fisiologia Experimental poderiam ter sido resolvidas entre os gregos na sua *Œconomia Animal*. O uso dos silogismos pelos gregos foi um grande passo; o Método Filosófico transposto para a *Scientia* foi outro. O indutivismo e a sua síntese com o dedutivismo

aristotélico geraram novas questões e novos modos de trabalho, contribuindo para o Método Científico, principalmente no seu Método Experimental, com experimentos seriados e cruciais. Esse foi o passo final para a criação da Fisiologia e da Ciência Modernas. Muitos trabalhos eram realizados em animais não humanos, tais como macacos e peixes; mesmo assim surgiram erros devidos não apenas à forma de trabalho, mas também às hipóteses erradas; foi o que impediu a descoberta da circulação. Não houve comparações com os seres humanos, o que permitiu subsistir o erro quanto à circulação humana e à posição do coração em relação ao tórax. Na sequência, podemos questionar se haveria alguma mudança conceitual no termo *fisiologia*, o que ocorreu. Os experimentos comparativos em Haller e Spallanzani também foram extremamente importantes, pois permitiam análises em animais mais simples, como modelos simplificados e com um maior distanciamento psicológico desses animais devido ao distanciamento filogenético dos modelos utilizados.

Apesar das dificuldades técnicas e da impossibilidade de dispor de corpos humanos para as suas análises, Galeno quase identificou a circulação do sangue: identificou corretamente as valvas, conseguiu ordenar uma classificação entre artérias e veias de uma forma semelhante à atual e percebeu os batimentos dos vasos e do coração, antecipando-se a Fabricius e a Harvey. A descoberta da circulação por Galeno foi impedida: a) pela sua teoria do *pneuma*, que considerava a presença de poros e *pneuma* nos vasos, b) pelo modo de realizar vivisseções, o que permitiria definitivamente demonstrar a sua existência, c) pela relação teórica entre os sistemas circulatório e respiratório e o aparelho digestório; e d) pelos seus conceitos de sístole e diástole, principalmente. Para ele, o pulso estaria ligado tanto à sístole cardíaca quanto à sístole arterial, uma posição semelhante à de Aristóteles (ARISTÓTELES. **History of Animals**. Livros II e III, seg. Peck, p. 19; HARVEY, [1952] 1628, p. 276), aspecto visto por Harvey. Esse médico descobriu que apenas o coração propela o sangue. Mas o seu modo de realizar vivisseções praticamente permitiu que ele chegasse próximo da verdade.

Por mais que Galeno fizesse experimentos, as suas especulações lógicas produziram algumas teorias internamente consistentes, mas também o levaram a erros de representação mental e a teorias inconsistentes. Ele também percebeu algo que estava ocorrendo, principalmente por utilizar outros animais. Mas Harris (1973) e outros teóricos estão certos em ao menos uma coisa: a extrema teorização bloqueou a sua descoberta da circulação. O excesso de teorias, não devidamente ancoradas na prática manual, ou a não aceitação de

alternativas, leva a erros, pois bloqueiam a percepção do que realmente está acontecendo. O mesmo ocorreu com Spallanzani.

Harvey se baseou muito nas ideias de Aristóteles, que já tinha consciência de que o sangue corria dentro de vasos sanguíneos e através do coração, o seu órgão propulsor, assim como criticava a análise da circulação a partir apenas da dissecação de cadáveres. Ele procurava descrever a causa formal do sistema circulatório e a causa movente do sangue, além da sua causa final, algo teleológico, seguindo Aristóteles. Portanto ele foi conservador quanto a este aspecto, mas não apenas ele: Haller, posterior a Harvey, também tinha preocupações ligadas aos antigos gregos, inclusive quanto à Escola de Cós e à irritabilidade em Aristóteles. Ambos, porém, tinham ideias modernas para a sua época, pois utilizavam os conhecimentos antigo e moderno de forma experimental e indutiva. Este médico inglês também se baseou fortemente nas ideias de Galeno.

Harvey era moderno ao questionar as ideias preexistentes, provenientes apenas de deduções lógicas ou de experimentos frouxos, inconclusivos. Embora fosse um vitalista, reelaborou as observações analíticas em Anatomia Funcional, tornando-a mais bem estruturada experimentalmente. Desse modo, foi um experimentador que lançou as bases para a Biologia Experimental e, portanto, para a Fisiologia Experimental, conceituada posteriormente por Claude Bernard, mas que, na prática, já existia desde Albrecht Von Haller. Ele fazia relações puramente funcionais e com base na Física, e não apenas nos aspectos morfofuncionais, um passo para a Fisiologia Experimental.

Apesar de seu aristotelismo, Harvey foi fortemente indutivista e utilizou técnicas e analogias modernas para a sua época, tal como a cosmologia galênica, base para as suas análises. Seu indutivismo experimental levou-o a descobrir a movimentação do sangue nos animais e, praticamente, retirou o *pneuma* da circulação.

Segundo o indutivismo, poderíamos confirmar algo a partir de exames meticulosos, como Harvey estava fazendo. Já, para Popper, não há fundamentação, pois todo conhecimento é falível; algo só seria científico se fosse passível de falsificação. Portanto, podemos considerar as hipóteses de haver circulação nestes animais de forma dedutivista. Pelo indutivismo, Harvey demonstrou que as hipóteses de outros cientistas feitas anteriormente eram “falsificações” do que ele havia descoberto.

O pragmatismo de Harvey aliado ao seu vitalismo tornaram-no um excelente experimentador, mas as vicissitudes de sua vida, como as guerras, não permitiram que testasse muitas das suas novas ideias, voltando-se principalmente para a circulação sanguínea e para o desenvolvimento animal. Embora enfatizasse os experimentos, estes não poderiam deixar margens para dúvidas e deveriam ser exequíveis. Por isso Harvey chegou a descartar um experimento de Galeno, com entubação de vasos: era de difícil realização, de resposta dúbia, pois necessitaria do acréscimo de uma bandagem ao braço para comprovar a existência de pulso além da inserção deste tubo. Não há espaço para a metafísica transcendental, mas sim, para a metafísica como filosofia primeira, demonstrada por observações oculares após análise e resultando em uma síntese, portanto uma filosofia experimental, e com uma pequena brecha para o vitalismo.

Harvey questiona o saber antigo e o usa como uma base inicial para as suas hipóteses e para as suas experimentações, promovendo mudanças no paradigma da circulação da época. Uma impressão inicial é a de que teria ocorrido um embasamento anatômico que foi se acumulando, mas ao qual faltava um detalhamento funcional que permitisse tanto uma visão integrada do sistema vascular como uma visão que permitisse reavaliar as hipóteses e a teoria preexistentes. Mas uma imagem diferente do funcionamento do sistema vascular, algo mais real, foi obtida experimentalmente, de forma séria e metódica. Harvey sistematizou o funcionamento do sistema vascular sem utilizar hipóteses *ad hoc* e demonstrando como o sistema realmente deveria funcionar, tornando suas teorias passíveis de demonstração, experimentação e falseabilidade. Ele considerava não se levantar hipóteses, mas, após análises iniciais, ele já possuía hipóteses alternativas para se contraporem às antigas teorias nas quais se baseara, a princípio, para criar um modelo inicial a fim de realizar os seus experimentos. Uma mudança paradigmática estava começando.

O grande mérito de Haller deveu-se a ele mesmo, embora também se baseasse no que já havia sido realizado anteriormente por outros pesquisadores. Haller foi um excelente experimentador e um dos responsáveis pela formação da Fisiologia Moderna. Aliás, Haller já era um fisiologista experimental, sendo um dos seus conceituadores. O seu estilo de experimentação, muito voltado para o indutivismo, permitiu essa consolidação. Ele também era metafísico, mas de cunho eminentemente realista, científico. Esse detalhe também auxiliou na formação da Fisiologia Experimental moderna.

O seu gosto pela Medicina foi despertado cedo pelo médico praticante de Bienne, como já citado, mas isso não provocou nele a aversão pela especulação nem pelos sistemas filosóficos, como Rudolph (1991) acreditava. Ele foi mais um pragmático que utilizou aspectos filosóficos aplicáveis à sua visão de Ciência e Fisiologia, principalmente quanto à irritabilidade, e, talvez, quanto a sua metafísica transcendental. Assim como Harvey, ele tinha uma cultura geral muito boa e conhecia os trabalhos dos gregos, principalmente os de Aristóteles (tendo, inclusive, também seguido a sua linha de pesquisa), de outros predecessores mais modernos e de seus contemporâneos. Haller desembaraçava as propriedades da matéria e penetrava na mecânica dos fenômenos: ele seguia experiência por experiência, assim como Harvey. Esse tipo de procedimento é típico para a Ciência e parece derivar-se do método analítico da Filosofia, como já vimos. A separação do problema em partes menores permite realizar uma análise mais aprofundada desse problema. A diferença aqui é que a análise é experimental e também deve ser analisada de forma inteligente, mas prática e sem tantas elucubrações. A tendência seria a de “se ater aos fatos”, ou melhor, dissecar a matéria em partes menores, obter os resultados e apresentá-los em discussões, permitindo gerar uma nova teoria; a verdade teria que ser respaldada pela natureza, tanto na análise como nas discussões e conclusões posteriores. As discussões puramente teóricas deveriam ser deixadas de lado, embora alguma teoria fosse importante para haver pesquisas e análises. Ele foi um indutivista e um dedutivista.

Diferentemente de Harvey, Haller não enfatiza os silogismos. Desta forma, ele é mais direto em suas análises, tornando-as mais claras. O mesmo ocorreu com as suas conclusões.

Em Haller, há algo metafísico nos modelos iniciais e/ou nas conclusões finais, gerando, em alguns casos, modelos metafísicos, mas respaldados pelo realismo científico. Esses modelos metafísicos poderiam ser definitivos ou temporários, mas eram sempre considerados como reais. O modelo de Harvey era inicialmente metafísico, mas real: o sangue giraria ao redor do coração como as estrelas em relação ao sol. Haller era eminentemente atomístico, sendo o atomismo parte de sua anatomia. A sua *minima naturalia* parece equivaler ao átomo de Demócrito. Isto pode ter levado ao transcendentalismo de Haller. Haller era metafísico, pragmático e também mais reducionista, inclusive, quanto à modelagem, embora estivesse trabalhando com um conceito amplo – a irritabilidade – e, portanto, com o próprio conceito de vida. O modo reducionista é adotado pelo que denominamos atualmente de Ciência, diferenciando-se assim da *Episteme* e da Fisiologia gregas, assim como da Filosofia. As bases

da Ciência estão nestas três áreas, mas ela desenvolveu um modo particular de trabalho e de obter o conhecimento. A experimentação se desenvolveu em uma escala maior, tornando-se o epicentro do conhecimento, com discussões e racionalizações a partir destes resultados e pretendendo ser algo neutro, portanto refletindo de forma consciente a natureza, sem artifícios místicos, e sim mecânicos e matemáticos, e relacionais. Há um afastamento paulatino de uma visão metafísica transcendental, recaindo tanto para a mecânica quanto para uma metafísica especial que trata de domínios específicos do real.

A ênfase carnapiana na terminologia não tem respaldo na história do que denominamos atualmente de Fisiologia Experimental. O indutivismo de Francis Bacon levava em conta a existência de hipóteses a serem analisadas empiricamente, ao contrário da posição de Carnap e do que foi considerado como indutivismo ingênuo no mundo moderno. E foi esse tipo de indutivismo que foi utilizado por Harvey, Haller e Spallanzani.

A Ciência Normal se preocuparia, então, com a articulação matemática da teoria, tornando-a mais inteligível, com consequências mais aparentes e encaixes com fenômenos mais intrincados. Parte desta nova Ciência Normal consiste na elaboração experimental e na clarificação de fatos implicados na teoria; outra parte é a mensuração daquilo que a teoria indique que seja importante. O objetivo de Harvey, ao chamar a atenção para esse aspecto, com o volume constante de sangue no corpo, de forma engenhosa, foi o de alavancar a revolução na área da circulação sanguínea. Se a Ciência Normal não se preocupa totalmente com confirmação, verificação, falsificação ou conjectura e refutação, mas com o fato que ela acumula construtivamente um corpo de conhecimento de conceitos em algum domínio, para alguns teóricos, em Harvey e em Haller, ambos os casos ocorriam de forma complementar, fazendo com que o acúmulo de anomalias levasse à nova teoria. A abordagem é inteiramente nova, com novos conceitos e novas ideias sobre os fenômenos levando a um rápido progresso, com o abandono das antigas teorias e levando a um novo paradigma. A nova Anatomia Funcional tem interesses bem diferentes daquele corpo antigo de conhecimento; no caso de Harvey, percebemos, por exemplo, que muitas doenças se devem a problemas de circulação e que modificações na maneira de se fazer cirurgias são necessárias. Em Haller, a nova Fisiologia implica em uma nova visão sobre irritabilidade e sobre os detalhes dos seres vivos como tais. Spallanzani fez notar que o mecanicismo não responde a todas as questões científicas e que a vida proviria apenas da própria vida. Normamente, essas mudanças levam algum tempo para serem aceitas, mas, em relação a Harvey, isso se deu, proporcionalmente,

de forma rápida. Mesmo assim, em muitos círculos, elas não tiveram aceitação fácil. As ideias de Haller parecem ter sido mais prontamente aceitas, pois já havia um caminho pavimentado para elas. Tais mudanças, claramente, envolvem novos aspectos técnicos e científicos. Podemos perceber que o tipo de análise da anatomia funcional do aparelho circulatório de Harvey e da fisiologia da irritabilidade de Haller e as suas conclusões levaram a mudanças radicais quanto ao conhecimento e à maneira de lidarmos com o sangue e com o corpo.

A visão de *Œconomia Animal* estava em fase de mudança quando Fernel propôs o termo *Fisiologia* para a procura pela natureza dos seres vivos. Harvey, Haller, Spalanzani e Magendie levaram essa procura a partir da Anatomia a um novo patamar, o da Biologia Experimental.

Há a influência externa nas revoluções científicas, mas elas não precisam ser grandes; elas podem ser cotidianas (COHEN, 1976). Harvey, Haller e Spalanzani mostram que essas revoluções são principalmente internas e contínuas, mas que refletem algo das mudanças externas. Ambas parecem coincidir devido às mudanças de pensamento e de cultura— i.é, de paradigmas externos. Pequenas mudanças culturais já haviam ocorrido, propiciando as mudanças paradigmáticas junto ao modo operacional destes personagens.

A racionalidade, existente desde os antigos gregos, toma um novo rumo. Ela se torna eminentemente experimental e, a princípio, deveria ser mais independente da teoria. A própria razão, por sua hipertrofia, levou a teorizações mais baseadas em experimentações como contraponto às discussões puramente teóricas, pois aquelas lançaram as sementes para tais mudanças e geraram revoluções constantes. Essas mudanças eventualmente passam despercebidas devido ao crescimento contínuo de conhecimento com “picos” ou pontos de mudanças que levaram a uma mudança paradigmática. Há mudança de paradigma com a resolução de problemas antigos, com uma nova matriz disciplinar, e com mudança de conceito gerando uma nova Ciência. Esse padrão ocorreu com o lançamento de ideias por Harvey, Haller, Spalanzani e Magendie.

Houve um salto qualitativo para a mudança de paradigma; o mundo da Anatomia Funcional/*Œconomia Animal* é diferente daquele que a *Fisiologia harveyana* está iniciando, embora ainda passível de comparação à antiga, até certo ponto, por seu cunho anatômico. A teoria sucessória não abarca a maior parte da sua predecessora, pois os “novos fatos” oriundos

dessas análises experimentais parceladas e contundentes não o permitem. São novos fenômenos e novas teorias, uma nova cultura.

Os dados experimentais acurados, levantados através de novas metodologias, internamente consistentes assim como as demais teorias aceitas, tiveram (e têm) um amplo e rico escopo de consequências, com estrutura ampla, organizando fatos de um modo inteligível, revelando novos segredos, novas técnicas e novas relações. Harvey, em relação à circulação, levou a novas técnicas, inclusive cirúrgicas, a novos tratamentos e a uma nova visão básica do movimento do sangue e a uma possível não ocorrência e não distribuição de um *pneuma* – ao menos como um gás mais denso ou fluido que, teoricamente, estaria circulando pelo corpo através de vasos específicos para ele. De uma forma sistemática, com perfurações e canalizações, Harvey demonstrou haver apenas sangue nas veias e artérias, com volume aparentemente constante e sob pressão como consequência da propulsão do coração. As veias e artérias poderiam ter alguma diferença no modo pelo qual levam e distribuem o sangue e com pressões aparentemente diferenciadas: uma artéria esguicha, jorra sangue quando cortada; uma veia apenas o derrama. Ele faz novas relações. Os vasos se relacionam entre si e com o corpo de forma diferente, assim como com o coração. O *pneuma* não mais entra pela traqueia e segue pelas artérias até o coração, pois isso agora não é mais possível e é incompatível com o que se considerava antes. Haller demonstra que a irritabilidade e a sensibilidade estão restritas aos seres vivos, sendo que a irritabilidade está restrita a partes destes seres. Ele verificou a sua ocorrência em tecidos através de uma Anatomia microscópica e de uma Fisiologia experimental, com movimentos das pequenas partículas corpóreas. Os movimentos também estão presentes em Spallanzani e nas suas partículas subvisíveis monadais: são os micro-organismos, os espermatozoides, o feto. A sua teoria é internamente consistente, mas não é consistente com a realidade.

Em uma Ciência normal, experimentos cruciais, levando a decidir entre hipóteses rivais, utilizando os mesmos conceitos, podem ser raros, mas eles não são impossíveis; pelo contrário. Aqui, ocorrem mudanças de conceitos anatômicos e funcionais devido às hipóteses rivais. Haller, Harvey e Spallanzani geraram uma nova Ciência normal, opondo-se às antigas disciplinas e, simultaneamente, aproveitando algo das antigas teorias e os antigos modos de trabalho. Nesse ponto, a visão destes autores é muito semelhante à de Georges Canguilhem (2010), mas não no sentido carnapiano. Há mudanças de diversos conceitos e de visão, através

de diversos “experimentos cruciais”, segundo a definição de Bacon: a de mostrar o caminho correto nas encruzilhadas sobre o funcionamento do organismo animal.

Essa proposta de novas teorias está gerando uma linguagem diferente e está praticamente iniciando a existência de limites significantes a fim de os proponentes de diferentes teorias não possam se comunicar com os da antiga. A linguagem dessa transição ainda é a mesma em Harvey e muito posteriormente parece apresentar algumas diferenças maiores. A nova Fisiologia Experimental ainda utilizava a linguagem da antiga Anatomia; mesmo em Haller, as mudanças ainda não são significativas. Em algum grau, todos eles procuravam ser realistas, mas, de fato, foi Harvey que se manteve mais no realismo científico como demonstram as suas experimentações e deduções, o que levou a novas teorias. Haller procurou refutar deduções errôneas, propôs experimentos, assim como teorias além das questões experimentais. Como experimentador e como teórico, procurou reunir as suas ideias como anatomista funcional e como fisiologista da velha escola, com experimentos no sentido mais moderno. Haller foi mais experimentador (com hipóteses) do que teórico, sem deixar de procurar por algo mais amplo, uma teoria. Spallanzani foi um teórico que experimentava e deixou que a teoria influenciasse a sua prática.

Há certo acúmulo de conhecimento, mas as mudanças acenderam mais aspectos conceituais e mais questões empíricas. As teorias anteriores eram rejeitadas por suas anomalias e, principalmente, por uma nova racionalidade embasada empiricamente. As avaliações das teorias mudaram em seus diversos aspectos cognitivos (aceitação, rejeição, busca etc.). Se a racionalidade científica residisse na força da Ciência em resolver problemas, uma teoria que resolvesse mais problemas seria preferível, independentemente de estar ou não mais próxima à realidade. As novas teorias procuram resolver os problemas quanto ao funcionamento e às particularidades do ser vivo como fatos reais, manipuláveis. Harvey considerava como realidade a passagem de sangue pelos vasos e o coração como centro propulsor e “sol”, ou centro, desse sistema fechado. A sua preocupação inicial era a de avaliar o papel do coração em relação ao movimento do sangue de forma precisa e, portanto, experimentalmente parcelada e simplificada. Os fatos obtidos, parceladamente, deveriam mostrar cada aspecto funcional da passagem do sangue e deveriam se encaixar para permitir a formação de uma teoria real empiricamente correta. Haller demonstrou claramente quais os tecidos responsáveis pela irritabilidade e pela sensibilidade, a ação mais específica das partes menores e algo de sua dinâmica. O realismo é a base para uma teoria da racionalidade em ambos. Podemos separar

razão e realidade, pois a realidade tem mais a ver com o que fazemos no mundo do que com o que pensamos sobre ele, a razão tem que ser apoiada no realismo. Spallanzani procura respaldo na realidade, mas foi uma meia verdade: tratou-se apenas de um realismo aparente.

Harvey estava mais inclinado ao indutivismo, típico de sua época, ao uso de lógica aristotélica e levantou hipóteses, baseando-se, principalmente, em Aristóteles e Galeno. Harvey era essencialmente um experimentador, um observador ativo e culto. A sua preocupação era mais experimental: ele fez experimentos, diversas vezes, e em diversos grupos animais, e não apenas em humanos, e sua ênfase não estava na verificação analítica baseada em linguagem. Dessa forma, ele procurou avaliar o movimento do coração e do sangue nas artérias e no corpo todo, o que terminou praticamente refutando a presença de *pneuma* no aparelho circulatório; para ele, parecia ser pouco provável haver *pneuma* na circulação. As explicações dadas até àquela época não lhe pareciam plausíveis para tudo o que via. Seriam necessárias outras demonstráveis empiricamente, não apenas a partir de eventos menores, mas deduzindo a partir deles teorias mais complexas. Quanto ao sistema circulatório, Harvey demonstrou uma mudança total do ponto de vista da teoria do conhecimento, apesar de haver demonstrações, discussões e deduções lógicas a partir dos fatos observados assistematicamente até então. Devido às observações, demonstrações e apresentações de novas teorias por Harvey, houve mudanças paradigmáticas; o conhecimento sobre o que havia nos vasos e como a matéria contida neles se conduzia modificou-se totalmente. Desse modo, do ponto de vista da filosofia da Ciência, houve uma mudança de paradigma. É claro que, no contexto harveyano, essa descoberta deveu-se a um contexto de trabalho duro em que ele avalia, de forma inteligente, através de observações e demonstrações sistemáticas, o que outros haviam declarado a partir de análises assistemáticas, eventuais. A forma como ele fez as observações permite uma grande solidez e uma grande justificativa por sua elegância e por seu parcelamento. As ferramentas e o raciocínio de Harvey são anatômico-funcionais, com um toque mecânico; as suas ferramentas são muito diferentes das utilizadas para questões envolvendo a Química, por exemplo. A razão e a observação são a essência da Ciência atual – e assim o foi para Harvey. Harvey utilizou novas técnicas e instrumentos, não mais adaptações de equipamentos para joalheria e siderurgia; porém o mais importante era o seu modo de trabalhar e o seu raciocínio. O desenvolvimento de um paradigma compartilhado não foi tão lento quanto seria o esperado, seguindo relativamente rápido, inicialmente na Inglaterra e em parte da Europa, o que levanta a questão de que a Europa estaria pronta para a mudança. Portanto as antigas tradições e teorias já não estavam

sendo tão bem aceitas quanto antes. A mudança foi gestáltica. A concepção por mudanças revolucionárias em paradigmas por meio de conversão gestáltica, rápida, pôde se tornar racional, como em Harvey e em Haller. Aliás, muito do que foi discutido sobre Harvey também se encaixa em Haller. Como consequência, a linguagem teria que mudar; a conceituação já não era mais a mesma. A visão hackiniana do realismo como um fundamento para a racionalidade é bem adequada, bem ao modo de trabalhar e pensar de Harvey, de Haller e de Spallanzani.

Harvey, Haller e Spallanzani não eram antirrealistas, pois há entidades e fenômenos; a necessidade de construir teorias sobre estados e entidades para predizer e produzir eventos que interessassem a todos, pura e simplesmente, não existia para eles. Este antirrealismo nem é considerado por Harvey ou por Haller.

O que pode convencer um cético sobre o realismo é o fato de uma observação, uma evidenciação experimental daquela entidade ou estado, além de quaisquer dúvidas. Não uma teoria em si, um fenômeno cuja imagem seria modelada para desenvolver uma explicação plausível que o convença, mas sim, a sua evidência indubitável. Avaliando a teoria, devemos considerar o que usamos para fazer o que fazemos realmente, porém as questões do realismo se repetem cada vez mais na história do conhecimento. Além das sérias questões de discussões verbais sobre os significados de *verdade* e de *real*, há também questões substantivas (HACKING, 2008, pp. 22 - 24). Harvey trabalhava com entidades palpáveis: os vasos com sangue, o coração pulsando (ou eventualmente parado), o fluxo de sangue que esguicha (ou escorre) dos vasos - de uma forma constante ou não -, o calor; não há éter, terra, veias ocas, ou cérebro alimentado por *pneuma* proveniente do ar através das vias aéreas. Harvey se interessava pela prática: uma teoria só poderia existir se comprovada pela prática e a partir dessa prática. Para ele, a teoria seria realista, assim como as suas entidades palpáveis, como sangue, coração e vasos. Em Harvey, há as entidades responsáveis pela circulação e um modelo de fluxo de sangue, com poucas chances de haver outras respostas, lógica e, praticamente, possíveis, pois as observou e demonstrou o seu funcionamento; logo, as entidades existem; portanto, ele é um racionalista sobre entidades. Já a teoria é verdadeira independentemente do que saibamos: a ciência objetiva a verdade, e a verdade é como o mundo é: como as teorias de Harvey provêm de dados demonstráveis, ela seria verdadeira; a circulação tem de ser daquela forma, não algo teórico derivado de alguns poucos ferimentos ou de cadáveres. A ciência atual implica em razões para que se acredite em pelo menos

algumas dessas entidades, não em utopias. Então Harvey é um cientista moderno. Haller também só lidava com entidades palpáveis: a agitação das cobaias, a localização da irritabilidade e da sensação, o que realmente é irritabilidade e sensação, a sua importância, a capacidade muscular de retração, o controle cardíaco, os tecidos irritáveis ou sensíveis. Não há reação quando tocamos ou irritamos uma região que não seja sensível e que não conduza à sensação. Qual a função das membranas que envolvem o cérebro? Qualquer que seja não é a de transmitir sensações e nem a de levar algum tipo de informação sensível. Qual é a função do cérebro? Provavelmente a de receber estas informações, mas não é possível gerar nenhuma informação específica por sua complexidade e, sem maiores experimentos, não seria possível que fosse um órgão que relacionasse as sensações à motricidade. Mas para a época isto seria metafísico (no sentido de estar além do que se estaria realizando); portanto novas questões são formuladas e mais respostas são exigidas. Para Spallanzani, as entidades subvisíveis, o feto e a fecundação são “palpáveis”, ou seja, visíveis e manipuláveis, portanto, reais. Mas nele, a Realidade está além do que ele percebeu. Será que percebemos apenas o que queremos? Talvez em parte, pois estamos prontos para perceber o que procuramos e deixamos de lado as respostas alternativas. Quando não as temos, negamos a hipótese apenas quando o erro é muito flagrante; procuramos, então, por uma nova resposta.

Tanto em Haller como em Harvey e Spallanzani, além da experimentação, a erudição foi extremamente importante; portanto a erudição deve estar no meio termo entre tudo repetir ou tudo refutar. O modo de ver o mundo estava mudando e era necessário agir de forma diferente e não através de dogmas antigos e ultrapassados que necessitavam ser revistos. Não poderíamos mais ver o mundo através de deduções, a partir de poucos dados, realizados de forma apressada, ou através da visão antiga e escolástica. Os gregos analisavam o mundo à sua maneira e o questionavam; esta visão tinha que ser retomada, mas sob novos parâmetros. Também já não cabia o academicismo medieval, baseado em escritos. Não foi apenas a teoria do *pneuma* e das artérias cheias de ar o que impediu a descoberta da circulação sanguínea pelos gregos, mas também o seu modo de análise.

Desde a época dos antigos gregos havia o interesse de avaliar o que seria o mundo real, o que impulsionou a Filosofia, a *Episteme* e a Fisiologia em seu sentido mais amplo, visando substituir um universo mais mágico pela realidade e pela verdade. Tal visão levou à Filosofia Natural e, posteriormente, à Ciência, fechando as possibilidades mágicas e abrindo as possibilidades científicas, fechando um universo finito e abrindo a infinitude.

O matematismo nas ciências é tanto de origem grega como fortemente babilônica e indiana. O matematismo grego, mais lógico, foi utilizado desde a antiga Grécia e, com modificações, nas Ciências, a partir da Revolução Científica; tornou-se relacional e permitiu inferências lógicas mais aprofundadas. O matematismo numérico, de origem babilônica e indiana, foi inserido tardiamente nas Ciências Biológicas. Este matematismo tardio das ciências biológicas, assim como a complexidade dos seres vivos e suas inter-relações podem ter postergado o seu desenvolvimento, sendo um dos últimos aspectos a serem modificados durante a Revolução Científica. Aliás, a colocação de alguns historiadores de que a Revolução Científica tenha ocorrido, iminentemente, em apenas um único século, é um erro, devido à demora da Revolução Científica na área biológica. Desse modo, a Revolução Científica praticamente só terminou no séc. XIX, com as grandes mudanças na área biológica. Há historiadores da Ciência que julgam o seu término apenas no séc. XX, e com forte matematicidade<sup>18</sup>. O matematismo tardio das ciências biológicas provavelmente se deve à própria complexidade dos seres vivos.

Os experimentos entre os gregos antigos poderiam, hoje, ser considerados como dúbios ou rudimentares, mas dissipam a visão puramente especulativa ou de cunho mágico ou mitológico, embora, eventualmente, até possamos perceber algo que atualmente consideremos transcendental. Aliás, esquecemo-nos de que a própria magia também tinha um cunho experimental, como vemos em Collins (2008) e nas ideias de Bacon. Eventualmente, encontramos especulações mais teóricas decorrentes de uma revisão mais ampla, mas também que envolva experimentação para confirmar tal especulação em Galeno. Aliás, as observações e os experimentos, inicialmente, pareciam servir para fazermos uma proposição afirmativa que levasse a alguma tese que solucionasse algum problema de muitos gregos e de filósofos posteriores, mas Galeno foi um excelente compilador de ideias e práticas, um excelente experimentador que avaliava teorias e, provavelmente, um excelente crítico. A sua importância reside em ter realizado experimentos relevantes e permitido, principalmente, uma visão mais abrangente e melhor estruturada da *Œconomia Animal*, comentando criticamente e permitindo um avanço teórico sobre o funcionamento do corpo humano. Ele procurou por uma unificação da visão funcional na área médica. Porém seria necessário realizar experimentos que não levassem a respostas dúbias, e/ou rever as origens das ideias originais sobre o funcionamento do corpo, suas bases teóricas e práticas. Galeno reviu, teórica e experimentalmente, muitas das ideias anteriores e terminou chegando a poucas teorias novas. Uma segunda revisão com outra conceituação quanto ao seu funcionamento talvez até

---

<sup>18</sup> Qualidade do que é rigoroso, exato, inquestionável.

pudesse ter melhorado o esquema, mas foi necessária uma mudança de forma mais radical, embasada em experimentação e ligada ao indutivismo. Galeno refletia a antiga visão grega do que hoje denominamos de Ciência, mas modernizada e mais experimental dentro da realidade existente; portanto foi um compilador e mais um questionador com diversos experimentos, quase gerando um novo tipo de Ciência.

A mentalidade grega era especulativa, observacional e questionadora. Se por um lado, havia discussões e derivações lógicas até onde fosse possível, chegando inclusive a respostas paradoxais sobre um assunto funcional específico como o vascular, por outro, havia experimentos iniciais para demonstrar os fatos básicos para discussões posteriores. Desse modo, podemos considerar os gregos como sendo curiosos e essencialmente racionalistas, com uma visão experimental simples e com muita teoria anterior e posterior aos experimentos. Já Aristóteles era um grande experimentador e um teórico que se embasava principalmente na sua prática; ele demonstrava preocupação com a análise dos animais e das suas partes, como uma procura pela verdade e pelo conhecimento, utilizando, inclusive, o modo experimental, além da lógica. Parte desta visão se repete com Harvey e com Haller, mas é uma visão mais moderna, complexa, neutra, mais experimental e com mais recursos disponíveis. Realmente, a Ciência requer investimentos sempre relativamente altos em termos financeiros e culturais.

Os gregos, após Aristóteles, provavelmente utilizaram os silogismos. Temos, então, uma questão: qual foi o papel dos silogismos na criação da Fisiologia Experimental e, por extensão, da Ciência Moderna? Harvey os utilizou de alguma forma diferenciada, apoiando-se também no indutivismo e nas experimentações.

Galeno realizava experimentos criativos, com hipóteses, eventualmente fechados e bem realizados. Mesmo assim, há falhas na parte observacional, onde deveria haver algum tipo de experimento e não apenas inferências teóricas, nem hipóteses não comprovadas na prática. É aqui, novamente, que entram em questão as mudanças ocorridas a partir do séc. XVI, incluindo os trabalhos de Harvey, Haller e Spallanzani, que levaram à Revolução Científica na área de Biologia Experimental. As diferenças ocorreriam quanto ao rigor e ao modo de trabalhar, onde inserimos a experimentação com suas conclusões no cerne das discussões. Desse modo, podemos chegar a conclusões muito diferentes das iniciadas por experimentos simples e discussões analítico-sintéticas típicas da Filosofia. A Ciência, assim, chegaria ao conhecimento mais verdadeiro.

A experimentação também envolve o uso de objetos experimentais para a sua realização. Nem sempre havia cadáveres humanos ou animais para a realização de dissecções ou, tampouco, pessoas vivas, como escravos ou inimigos capturados, ou animais vivos para a realização de viviseções e, evidentemente, também havia proibições éticas ou religiosas para tais observações. A possibilidade de demonstrar se havia, ou não, um osso no coração de animais grandes esbarrou na dificuldade na obtenção desse material e na manutenção de animais em cativeiro, se é que os gregos os tenham mantido cativos para essa finalidade, o que, aparentemente, não era uma preocupação. Bastaria uma observação de alguns animais capturados e mantidos em um tipo de cativeiro como aqueles para jogos e alimentação, o que não era muito, pois uma noção de biotério só ocorreria muito tempo depois. O fato de Galeno ter conseguido o coração de um elefante da cozinha de um César como um favor demonstra a dificuldade de obtenção de materiais. Os esforços para as guerras, para alimentar a população ou eventualmente para o lazer, mais importantes para o povo, faziam diminuir a captação de recursos essenciais para a atividade experimental, que não era considerada essencial. A dificuldade em lidar com os seres vivos, por sua complexidade, foi outro fator crucial.

A observação das dissimilaridades estruturais entre os dois tipos de vasos poderia ter levado à separação correta, do ponto de vista moderno, entre veias e artérias, assim como à percepção do movimento do sangue. Mas, para isso, seria necessário haver um forte raciocínio indutivo ou deixar de lado o pressuposto de artérias transportando apenas *pneuma* ou ar. A partir desse ponto de vista, ocorreu uma forte mudança conceitual no modo de trabalho de análise, assim como uma mudança conceitual em relação à circulação do sangue.

Há falhas entre os gregos pela ausência de experimentos em pontos críticos do funcionamento dos organismos vivos, permitindo apenas o levantamento de hipóteses que se tornam “fatos” ou proposições afirmativas para discussão, teorização e formulação de teses. O rigor técnico e experimental foi aumentando até a Revolução Científica. Esse rigor fez diminuir a amplitude de discussões e de “caminhos” teóricos diferenciados, reduzindo o âmbito das respostas possíveis e mais prováveis por se aterem mais aos fatos com respaldo na natureza. A imposição das hipóteses, quase sempre imagéticas, sobre os fatos era uma tendência mais forte do que a atual e, geralmente, envolvia uma visão cosmológica. A representação de uma função orgânica foi comparada à de máquinas com movimento, autômatos ou estátuas com movimento restrito, que também serviram como modelo. É claro que o “modelo visual” pôde ser útil – e o é ainda hoje. Mas isso também pode gerar ruídos na criação ou na interpretação

de dados, como ocorreu com o *pneuma* e com a geração animal. É comum a utilização de imagens para a criação e o “manejo” das hipóteses, mas é necessário que nos certifiquemos de sua validade, o que, em muitos casos, é realizado pelos experimentos. Ainda fazemos analogias, como coração e bombas, ou mente e computador, mas são mais sofisticadas e com uma base experimental que restringe o tipo e a quantidade das respostas, respaldadas pela realidade. As analogias com imagens permitiram aos gregos e a Harvey lançarem hipóteses testáveis, mesmo que os gregos não as tenham analisado devidamente. Portanto, nesse ponto, Harris (1973) estava certo quanto ao fato de a hipótese do *pneuma* haver retardado a verdadeira natureza da circulação sanguínea, mas não foi apenas isso. O raciocínio grego, baseado em ampla discussão e pouca experimentação, com um forte raciocínio dedutivo, a partir de poucos experimentos, também impediu a descoberta da circulação. Nesse caso, o indutivismo foi extremamente importante. O próprio Galeno observou que os vasos se comunicavam, embora não conhecesse os capilares, mas mesmo com este conhecimento ele não atinou com a circularidade do movimento sanguíneo. Portanto, não adianta apenas *possuir conhecimento*, mas sim, *perceber o que, realmente, está ocorrendo*, o real. Harvey e Haller perceberam esta circularidade, mesmo conhecendo os gregos e sendo influenciado por eles; mas os fatos devem ter falado mais alto. Portanto hipóteses alternativas são tão importantes quanto a percepção pessoal. Além disso, a dedução dos capilares por Galeno e por outros demonstra que a parte lógico-dedutiva também é extremamente importante para se chegar a um objetivo, a uma solução coerente. Os grandes problemas são: o quanto se deve aos fatos, o quanto se deve às deduções em Ciência, e o quanto o conhecimento é verdadeiro, se obtido apenas por deduções ou apenas a partir de fatos de algum modo perceptíveis, mas parciais. É a partir desses aspectos que surge a Metafísica Geral, como Filosofia Primeira e base teórica para análise em Ciência, assim como um realismo científico. Sem o questionamento, a Ciência cessa. Um grande problema no período entre Galeno e Harvey foi o de haver uma hipertrofia da *theoria* sobre as observações; outro foi a crença de que os antigos já houvessem “solucionado” todos os problemas biológicos. Desse modo, é como se não houvesse mais problemas a serem resolvidos. Esse tipo de postura é recorrente na História da Ciência. Mas, na prática, havia muitas brechas não resolvidas - provavelmente não tão aparentes, devido a algum excesso de teorização, com muitas teorias contraditórias e incompletas.

Aristóteles, antes de Galeno, preocupava-se mais com a natureza das coisas como um caminho para o conhecimento e para a sabedoria. Ele era um *fisiologer*, um *historiador*, e procurava fazer observações e demonstrações para entender o mundo de uma forma mais

fundamentada na natureza e não em uma resposta mística ou academicista. O pensamento científico posterior até a época do Iluminismo era teórico e baseava-se principalmente na autoridade. Uma mudança epistemológica ocorreu na Renascença, com o surgimento do ceticismo, do empirismo e de um racionalismo renovado, que culminou na Revolução Científica. Harvey foi fortemente influenciado por tais mudanças de pensamento, assim como por Aristóteles: a sua *historia*, a preocupação com a observação e a sua universalização dos fatos e dos conceitos, e o uso de silogismos, por exemplo. Haller também foi influenciado pelo pensamento grego – embora em menor grau, se comparado a Harvey – principalmente quanto aos aspectos clássicos de estudo, ao uso comparativo com animais e aos métodos mais modernos de agir, raciocinar e instrumentar os experimentos. Seu método foi mais indutivista e mais profundo, também com o uso de experimentação.

Aqui cabe salientar a importância da análise comparativa. Modelos animais mais simples permitiram que fatos e fenômenos desconhecidos fossem percebidos, seja por serem anatomicamente mais simples, seja por um manuseio mais fácil. Isso fica bem evidenciado em Haller e em Spallanzani.

Atualmente, definimos a diferença entre artérias e veias por sua estrutura (cada um desses vasos tem a sua estrutura típica), assim como pelo local de origem ou chegada (o coração, o que foi definido experimentalmente por Harvey) e pelo tipo de sangue que ambos transportam, além de diferenciarmos os ductos de ar daqueles do sangue, definidos de forma experimental por Harvey. Após Harvey, já sabíamos que havia sangue em todos os vasos, sobrando pouco espaço para a existência de *pneuma*, embora alguns gregos antigos também considerassem isso. O fato de os vasos que seguem para uma única direção, seja **para** o coração, seja **do** coração, não apresentarem a mesma estrutura não foi o suficiente para reavaliarmos o que e como correria pelos vasos e em que direção. Galeno sabia que as artérias carregavam sangue com nutrientes, como na artéria semelhante à veia, que nutriria o pulmão e o coração, o qual necessitaria de muitos nutrientes, por ser macio e quente. Galeno conhece a existência de dois envoltórios cardíacos e venosos, ambos em sequência e em continuidade, além da existência de valvas em ambos. As artérias torácicas poderiam se expandir, pois seriam macias. Já as veias seriam grossas e com maior proporção de sangue, pois transportariam nutrientes. As diferentes proporções entre artérias e veias são bem conhecidas, levando Galeno e outros médicos a concluir “fatos” supostos a partir de observações precárias e não tão criteriosas.

Havia uma ampla gama de experimentos entre os gregos: variavam de inferências observacionais a experimentações – essas, mais raras. Em muitos casos, havia observação direta com muitas inferências; em outros casos, haveria um experimento inconcluso (praticamente como uma observação indireta) do qual realizavam inferências. As explicações teleológicas e o *pneuma* também contribuíram para que a circulação não fosse percebida de forma adequada e, portanto, descoberta. Capilares e anastomoses poderiam ser inferidos de forma a fechar um sistema com retorno de sangue, o que seria consistente; capilares e anastomoses foram realmente inferidos para permitir que as teorias médicas da época fossem efetivas, mesmo utilizando alguns pressupostos errôneos. Isso levou à geração de paradoxos devido à confusão teórica a partir dessas deduções, como a da nutrição pulmonar, que ocorreria em sentido contrário ao restante do corpo, através de vasos semelhantes a veias que permitiriam a passagem de alimentos inapropriados em vez dos mais finos; a percolação nas veias semelhantes a artérias seria compensada por seu tamanho e volume. O experimentalismo de Harvey modificou completamente esta visão, sendo apoiado e aprofundado por diversos outros experimentadores posteriores, como Haller. Em Spallanzani, houve diversas experimentações, tecnicamente bem feitas, mas cientificamente pouco conclusivas. A sua teorização anterior, geradora de hipóteses e de experimentos, levou-o a conclusões que hoje não seriam consideradas verdadeiras. Para ele, o adensamento nos cultivos dos organismos subvisíveis mostraria um princípio de ordenação multicelular.

Embora as implicações médicas da circulação não fossem o objeto direto da pesquisa de Harvey, várias delas foram percebidas imediatamente: desmaios e fraqueza, devido ao baixo fluxo de sangue, utilização correta de bandagens para a retirada de sangue, existência de um limite definido para a retirada de sangue, a não conversão direta de alimento que demoraria a repor o sangue e implicaria na necessidade de outros meios, como a transfusão para repô-lo. Harvey correlacionou os fatores psicológicos, como o medo, ao batimento cardíaco e à circulação geral. Ele deve ter percebido, na prática, esta relação e acabou extrapolando para outros parâmetros, como correlacionando a circulação à força de vontade da pessoa. Isso reflete as analogias realizadas por Harvey.

A visão de Harvey, quanto ao fluxo de materiais, foi inicialmente metafísica (geral e transcendente), com um modelo imagético-físico-transcendente – a circulação como um microcosmo do Sistema Solar Galeano – e vitalista; ele dividiu o problema em partes menores, com o uso da Filosofia e do método filosófico, através de silogismos, para realizar as análises experimentais (que, em Aristóteles, também envolviam experimentação) e permitir a criação de um

modelo funcional (síntese). Suas análises para responder as questões eram experimentais, de origem indutiva e baconiana: questionam a veracidade dos fatos da mesma forma que questionamos em um tribunal. A ciência de então, como algo essencialmente experimental, baseou-se, principalmente, no indutivismo emergente. Algumas áreas já estavam definidas como Ciência devido ao seu matematismo e à sua relação com a experimentação. O matematismo e a experimentação seriam neutros e capazes de fornecer respostas não tendenciosas e de mostrar a realidade. A partir dos experimentos de Harvey, a Anatomia Funcional começa a se tornar uma ciência moderna e uma nova disciplina. Eventualmente, ele vai além do que seja diretamente observado, do real permitido diretamente pela análise, mas que ele considerava real devido às suas demonstrações e analogias com as experimentações. Aqui ele está recriando e aperfeiçoando um modelo conservador típico das análises gregas anteriores, onde há um experimento inicial para argumentações e deduções lógicas posteriores, muito além do que as frágeis demonstrações então realizadas permitiam. O diferencial em Harvey foi que as análises experimentais eram mais fechadas e sequenciais, inicialmente, atentas aos fatos, permitindo novas descobertas e algumas deduções influenciadas pelo indutivismo, assim como em Haller. Em ambos, apenas alguns aspectos eram metafísicos; eles eram essencialmente realistas – i.é, metafísicos no sentido hackniano -, embora flertassem com a Metafísica nos sentidos geral e transcendental. Foi sua forma de experimentar que tornou Harvey moderno; as suas questões eram diretas, assim como os seus experimentos com os seus resultados. Mas suas análises visavam a uma análise similar à *historia* aristotélica e a uma Anatomia Funcional que remetia à Fisiologia ferneliana. Nesse ponto, parece que Harvey estava procurando impor uma visão nova com propostas mecânicas e funcionais mais adequadas como respostas às questões levantadas e aos experimentos realizados. Tudo está realmente relacionado de forma demonstrativa visualmente e sem dar margem a dúvidas.

Nos níveis mais básicos, a visão de Harvey é mecânica; nos níveis anatômico-funcionais mais altos surge a sua visão vitalista, que faz lembrar a visão atual das propriedades emergentes. As análises harveyanas são experimentais quanto à anatomia funcional, com deduções mecânicas que envolvem diversos níveis, inclusive uma hidráulica simples, e abrangem uma visão vitalista. Elas se aproximam da atual visão de Fisiologia Experimental, que corresponde ao estudo experimental das funções orgânicas. Está claro que, então, havia ainda uma preocupação menor em relação ao estudo da natureza da circulação e isso é o que guia as suas experimentações e análises. Para analisar essa *fisiologia* aristotélica como *Œconomia Animal* oriunda de uma Anatomia, ele claramente lança mão de análises minuciosas e mais mecânicas,

como que dividindo o problema em partes menores e depois remonta como um quebra-cabeça de uma forma lógica, mais ampla e comprovada experimentalmente, auxiliado pelas análises comparativas. Harvey, consciente da amplitude de suas conclusões, apresenta uma discussão mais complexa, com corroboração mais argumentativa. Ele procurava por explicação tão plausível quanto possível. Ele desejava realizar experimentos voltados à terapêutica, mas não teve tempo. Entretanto as suas pesquisas básicas permitiam extrapolar diversas teorias e práticas terapêuticas que poderiam ser demonstradas, mais tarde, utilizando metodologias semelhantes.

O vitalismo caiu em descrédito posteriormente. É uma ideia tentadora, mas deve ser considerada apenas como uma questão filosófica ou como uma possibilidade de propriedade emergente ainda não explicada de forma adequada, como para Harvey. Haller foi mais moderno na sua visão experimental, com um maior indutivismo e por um vitalismo que se aproxima mais de questões técnico-científicas e do realismo científico.

Harvey e Haller “torturavam a natureza”, no caso, animais e seres humanos, para lhes arrancar os segredos escondidos à observação comum, como nas vivisseções<sup>19</sup>; observação e experiências combinavam-se irremediavelmente. Havia uma intervenção do observador-experimentador. E ambos eram eruditos, além de bons observadores, e utilizaram instrumentos adequados para executarem os seus experimentos. Os seus critérios eram verificáveis, o que era de extrema importância: qualquer outro experimentador poderia repetir os experimentos ou realizar outros equivalentes e reavaliar os critérios utilizados. Portanto, os critérios científicos com um cunho moderno já estavam disseminados na comunidade científica, ou pré-científica, nos séculos XVII e XVIII. Harvey, Haller e Spallanzani os utilizaram nas ciências biológicas, tornando-as experimentais; o uso do conceito de *fisiologia* parece não ter sido casual: eles procuravam analisar a natureza do corpo humano e animal, portanto o seu funcionamento a partir da sua anatomia – seja esta uma anatomia funcional ou uma derivação realizada a partir de observações anatômicas. Se um leitor atual desavisado analisasse os textos desde Aristóteles até Spallanzani, consideraria que tudo seria o que denominamos de Fisiologia Experimental, algo contínuo que se iniciou com o que aqui denominamos *Œconomia Animal, Historia, Fisiologia Experimental e Anatomia Funcional*. Porém há algum descontínuo quanto ao modo de trabalho, pois diferentes modos de trabalho foram empregados devido a critérios que se modificaram com o tempo, com o surgimento de experimentos seriados e analíticos, do indutivismo, dos experimentos cruciais, do raciocínio mecanicista, do neoracionalismo empírico,

---

<sup>19</sup> Para Bacon, é necessário “torturar” experimentalmente a natureza para se obter a verdade escondida por detrás das aparências.

da modelagem, da geometrização das análises, do método analítico e de novos materiais. Para conhecer a realidade era necessária uma análise mais profunda da verificação do que não era aparente. Os aspectos mais importantes para as mudanças no conceito de fisiologia foram o seu modo operacional e os raciocínios subjacentes a esses modos operacionais. Harvey e Haller refletem bem essa mudança de *Anatomia Funcional* para *Fisiologia Experimental*. Há mudanças de paradigma nessa “conversão” de raciocínio, quando experimentos mais vagos e com muita especulação passaram a ser tratados de uma forma mais fechada, mais conclusiva.

Harvey, Haller e Spallanzani foram modernos. A Fisiologia Experimental, como Ciência, surgiu diretamente do seu conceito de experimentação. Eles também se utilizam do conceito aristotélico de *historia*; portanto, ambos são empiricistas (no sentido experimental) e ativos. Assim como Aristóteles, Harvey e Haller basearam-se em *erga*, *hyparchonta* e *phenomena*, mas não utilizaram tanto os argumentos dialéticos (no seu sentido teórico) e, assim, enfatizaram o lado experimental do aristotelismo. Mas para Harvey, Haller, e Spallanzani, os *phenomena* seriam reais e não algo que fosse simplesmente aceito, dito ou pensado sobre um assunto ou sobre as aparências. Portanto, eles foram modernos e os produtos mais elaborados de sua época. Harvey, Haller e Spallanzani procuravam as causas responsáveis pelos fenômenos, mas as causas para Aristóteles eram diferentes daquelas dos três cientistas. Se para Aristóteles havia quatro causas (material, formal, movente e final), Harvey considerava principalmente as causas formal e final (embora não desconsiderasse as demais), enquanto Haller considerava, principalmente, a material e a final, estando próximo às ideias propostas por Bacon, e Spallanzani considerava todas igualmente.

O indutivismo de Harvey e de Haller é típico para a sua época, pois não enfatiza o significado dos termos, como em Carnap. O significado dos termos não tem uma importância tão grande para ambos, assim como para a maioria dos cientistas atuais. O indutivismo terminou por não auxiliar tanto Spallanzani na obtenção das respostas, mas ele chegou próximo. Ele foi criativo; criou um novo modo de trabalho e de visão: avaliar a fecundação, o que foi um grande impacto positivo e uma mudança paradigmática.

O fato de se posicionar logo no início do seu tratado não parece ter afetado diretamente as conclusões em Harvey. Portanto a diferença de postura entre o Continente e a Ilha, a partir do modo como Harvey trabalhou, não parece ter influenciado a obtenção de resultados e de conclusões, o que era algo discutido nesse período. Aliás, o seu modo de trabalho e de postura poderiam ser considerados uma síntese entre ambos os modos de escrever e de trabalhar. Provavelmente, tanto o seu modo operacional como as suas conclusões levaram ao atual

modo do trabalho científico, com publicações onde se localizam o problema e a hipótese no seu início, seguindo para o modo experimental de trabalho, para as conclusões e as discussões. Embora tal visão seja intermediária, ela tem uma forte influência insular. Harvey, por sua formação e seu modo de trabalho, deve ter impactado a Filosofia Experimental na Ilha e no Continente, o que permitiu uma síntese posterior no modo de trabalho dos experimentadores, e também permitiu o surgimento da Fisiologia Experimental.

As análises de Harvey eram complementadas por observações clínicas e observações funcionais análogas, ligadas à movimentação do sangue, como o fato de urinar após o indivíduo ter ingerido muito líquido. É claro que Harvey já partia de um pressuposto de que o líquido bebido entraria na circulação e teria que circular e sair por algum lugar. Dessa forma, ele utilizou os seus conhecimentos de Medicina e de Anatomia para descrever a produção de urina e relacioná-la à circulação sanguínea. As analogias foram de extrema importância para Harvey; foi a análise comparativa que permitiu a descoberta da pulsação e do bombeamento de sangue pelo coração, assim como a sua noção de microcosmo. A comparação forneceria bases mais profundas e neutras para a análise do coração e do movimento de sangue e de *pneuma*, caso este existisse. Harvey não aceitava muito bem a possibilidade de existência de *pneuma*, pois este não provinha dos fatos obtidos experimentalmente e sim, de teorias mais antigas, obtidas a partir de teorizações e experimentos inconclusos. Para ele, as análises observacionais e os experimentos entre os gregos eram erráticos, esparsos, pontuais e desvinculados de experimentos seriados ou demonstrações; Haller compartilhava do mesmo ponto de vista. As análises gregas eram muito frágeis como experimentos e permitiam muitas conjecturas derivadas de casos pontuais e eventuais, sem a indução realizada de modo apropriado a partir dos fatos e com muitas hipóteses e teorias que eram mantidas *ad hoc*.

Para Haller, há a preocupação de, em havendo alguma conceituação, esta fosse operacional e prática, uma visão utilizada ainda hoje. Uma preocupação sua é a conceituação de vida, com implicações teleológicas, de irritabilidade e de sensibilidade, mas também sem o exagero carnapiano da linguagem. Afinal, o que é vida? E não vida? E o que é ser? Ou o não ser? Isso teve profundas implicações nos seus experimentos. Portanto, Haller foi um indutivista que também trabalhou com hipóteses, assim como experimentos que fornecessem alguma resposta mais direta, como um sim ou um não. Portanto, foi um indutivista baconiano.

Em uma primeira leitura direta dos seus trabalhos, sem considerar os aspectos históricos e epistemológicos, Haller passaria por um cientista moderno, mesmo com eventuais análises

pontuais. Podemos notar que estas análises pontuais refletem outras pesquisas e análises que ele havia realizado.

Spallanzani procurou analisar o comportamento dos animais de modo a permitir uma avaliação mais ampla do processo reprodutivo. Não adiantava possuir apenas uma visão anatômica; também é necessária uma visão ambiental e comportamental. Isto permitiria o levantamento de hipóteses alternativas à postura anatômico-funcional e mais holística, não mecanicista.

Spallanzani também foi moderno, mesmo que algumas das suas conclusões fossem conservadoras. Ele também fez análises críticas das hipóteses mais antigas. E foi esta postura que conduziu suas próprias hipóteses e teorias. Ele também procurou por afirmações e por negações com conclusões do tipo *verdadeiro ou falso* para refutar ou aceitar as teorias anteriores. A sua experimentação envolvia observações intervenientes relacionáveis à sua ecologia e à sua fisiologia reprodutiva. A sua questão experimental principal relacionava-se à comprovação da pré- formação do feto e o seu desenvolvimento apenas após a fecundação, pois a vida apenas provém do que já foi gerado. A vida não é um contínuo entre os seres inanimados e animados, como François Glisson havia considerado anteriormente. As suas experimentações também seriam demonstrações visuais, mas eram, principalmente, observações intervencionistas em animais e em micro-organismos vivos. Na introdução do seu trabalho, há uma visão teleológica, formal, material e metafísica transcendental para a vida microscópica e para a geração dos animais. A sua visão de Fisiologia e de Vida é científica para a época, vitalista e Metafísica. Desse modo, ele também pretende gerar conclusões realistas, não artefatos, mesmo que essas conclusões estejam ancoradas transcendentalmente.

Spallanzani utilizou o indutivismo e, principalmente, o dedutivismo. Ele possuía uma teoria pré-concebida sobre a geração dos animais e, provavelmente, outra teoria sobre os micro-organismos. De outro modo, ele não teria mencionado a transição de plantas para animais e vice-versa. Spallanzani também lidou com o método indutivo-dedutivo de Aristóteles ao procurar comprovar as suas teorias, não por falibilidade. A sua pesquisa lembra um indutivismo exploratório, com hipóteses a serem testadas. Mas as suas demonstrações visavam comprovar as suas especulações. Há um todo coerente nas suas teorias, uma lógica e uma funcionalidade internas a elas. Foi popperiano e lakato-kuhniano. As suas questões também eram antigas e serviam de base para uma nova maneira de observar e intervir.

Spallanzani considerava as suas observações tão isentas quanto possível, com bom raciocínio lógico e boas argumentações baseadas em fatos observados. Mas ele também procurava confrontar teorias anteriores, visando a confirmação de seu próprio sistema. Não havia sentido em um organismo montar o próprio corpo como o relojoeiro faz com as peças de um relógio. Mas a pré-formação faz sentido, assim como a existência de microrganismos e a sua capacidade de adensamento. Essa pré-formação foi “comprovada” pelas evidências, o que permitiu manter as suas hipóteses e teorias. Spallanzani também raciocinava sobre fatos observados e fazia analogias. Mas ele não foi tão profundo quanto Haller. As suas analogias pareciam se encaixar nos fatos observados e nas suas teorias. Foram outros fatos descobertos posteriormente e com outra visão paradigmática que fizeram mudar toda a teoria sobre a geração da vida. Spallanzani foi moderno para a época e fez a Ciência evoluir, mesmo que os detalhes de sua teoria tenham sido forçados a mudar. Efetivamente, a vida gera a vida, mas a partir de elementos próprios da vida, como o DNA e o RNA, componentes dificilmente imagináveis para a época. Apenas um raciocínio atômico paralelo à pré-formação permitiria reavaliar a teoria. Em Spallanzani, fatos observados também complementavam as suas observações intervenientes. Ele utilizou ideias e experimentos mentais para intervir e realizar os experimentos e observações físicos. Os seus modelos, gerados por experimentos mentais, é que geravam as suas hipóteses de trabalho. Há uma visão teleológica: se há vida, foi gerada por outra vida; se há um adulto, ele deve estar presente no óvulo. O uso de anfíbios permitiu analisar mais facilmente a geração dos animais e, por extensão, das plantas devido ao seu manejo mais simples.

O raciocínio de Spallanzani foi mais atomístico: os seres microscópicos seriam a base da vida; o feto pré-formado é a base da geração. O fenômeno é natural, não algo artificial. Há a análise sensorial com racionalização anterior, uma visão apriorística.

Spallanzani foi vitalista, metafísico geral e transcendental. Ele trabalhou como cientista ao utilizar raciocínio e trabalho manual. A sua preocupação era avaliar a universalidade de aspectos básicos sobre a vida, não implicações terapêuticas: O que é vida, afinal? Como ela é gerada? Há vida subvisível?

Seu método de análise, por observação direta ou por interferência, é diferente daquele de Harvey ou Haller. Este método envolvia a questão de ser ou não ser, mas de modo mais aberto à especulação. As suas experimentações pouco mudaram as suas ideias originais.

Diferentemente de Harvey e de Haller, Spallanzani apresenta as suas ideias e hipóteses apenas na introdução da sua obra, através de um comentarista. Nos diferentes capítulos dos

seus tratados, Spallanzani desenvolveu a descrição das suas análises e dos seus trabalhos, um modo mais Continental de apresentação formal.

O seu modo de trabalhar também diferia de ambos: já não era mais anatômico no sentido de dissecar. A sua microscopia era uma análise que lhe permitiu uma síntese sem haver a separação física das partes, seja anatômica ou funcionalmente. E Spallanzani não se preocupa com raciocínios reversos; apenas com paralelismos.

Em Harvey, Haller e Spallanzani há um *experimentum* como uma pergunta à natureza, mas não apenas como uma linguagem matemática, apriorística. Eles estavam entre aqueles que procuravam fazer algo diverso e não apenas criticar as teorias que estavam erradas para corrigi-las, substituindo-as por outras melhores. Era necessário destruir e reformular tudo novamente, e rever seus conceitos, encarar o ser de outra maneira, elaborar o conceito de ciência até substituir um ponto de vista natural, de muito senso comum, por outro, baseado em experimentações reais. Por isso, o esforço de mudanças foi tão árduo e prolongado. Harvey ampliou a área de trabalho da Anatomia, mas já lançando fortemente um tipo de análise tipicamente fisiológico-experimental, com cunho anatômico. Em Haller, há séries de experimentos para avaliar a realidade dos fatos, rever os conceitos e reelaborar o ser e a Ciência sob experimentação real com visão mais atomística. Spallanzani novamente ampliou a área de trabalho de cunho funcional. Portanto, a aparente continuidade da Ciência seria ilusória, segundo o ponto de vista de Koyré (1991, pp. 155-156), mas não era realmente descontínua; o modo de trabalhar o problema era novo, mas se baseava em ideias e questões antigas. As discontinuidades ocorrem mais na teoria e no ponto de vista mais amplo, com fortes modificações paradigmáticas. As mudanças disciplinares foram mais fluídicas e contínuas, com poucas mudanças abruptas. Harvey lidava contra o senso comum de sua época até certo ponto, pois aceitava as novas ideias e a revisão das teorias baseando-se em fatos, observações e experimentos. De certa maneira, eles lidavam com as questões científicas de modo popperiano: haveria uma demarcação entre Ciência e não Ciência; eles lidavam com a possibilidade da falseabilidade, e a Metafísica seria apenas um aspecto para levantar uma hipótese experimental. Haller foi levemente mais carnapiano (mas sem dar tanta importância à linguagem) e lakatiano kuhiano, sem grandes levantamentos hipotéticos iniciais, salvo a questão geral da irritabilidade, que, por si só, era muito teórica, mas, mesmo assim, ele procurou levá-la para bases experimentais. Ele aparentava não se levar pela metafísica, muito menos pela transcendental, embora eventualmente se torne transcendental, pois não consegue excluí-la totalmente, mas não era tão transcendental nos seus escritos quanto alguns autores

consideravam. O seu indutivismo era fortemente experimental, com ampla generalização das conclusões, mas de forma cartesiana, com forte separação entre vida e não vida.

Embora a visão do pensamento científico possa parecer descontínua, há um continuísmo na prática que começa na *historia*, evolui para as Filosofias natural e experimental e, finalmente, passa a ser científica no sentido moderno; o que distingue estes tipos de conhecimento é o modo de pensar e de agir como consciência evolutiva. A descoberta de novos fatos nem sempre provoca o abandono de antigas doutrinas de valor. Os experimentos em Harvey, Haller e Spalanzani estão além do senso comum, pois obtêm dados além da mera observação, mas também experimentação correta assim como com raciocínio, dedução e alguma especulação. Assim, eles fizeram mudar a visão da natureza dos seres vivos de um modo que não prevíamos ou especulávamos anteriormente. A maior parte das antigas teorias foi colocada de lado, pois não se encaixava no que os experimentos demonstravam. É a partir dessas demonstrações experimentais que podíamos especular e comparar as especulações com o mundo real. O desenvolvimento contínuo gerou diversas visões e técnicas novas. Os paradigmas mudaram devido às mudanças de pensamento e de práticas, assim como a visão de mundo. Os diversos modos paralelos de fazê-lo levaram à competição entre as diversas linhas de pensamento, fazendo com que o resultado final pareça ter sido um modo linear de pensamento e de ação como uma única forma possível de evolução do conhecimento. Esse tipo de consideração é uma visão de trás para frente, ou como uma visão de marcha a ré, que mostra algo trilhado como um único caminho.

Haller considerou que um grande número de experiências positivas seria uma vantagem em relação a um número pequeno de observações contrárias. Mas, em alguns momentos, ele parecia considerar diversos experimentos como uma única experiência. Talvez seja melhor considerar todas como uma única grande experimentação e benfeita para demonstrar algo. Mas essa experiência tem que ser tão benfeita que, somente após muitas experiências bem-sucedidas ou não, poderá indicar o caminho correto. O ato de experimentar é tão importante para perceber o que está correto ou não, que o experimentador que o faz bem tem uma excelente noção do que está certo ou errado no seu experimento, mas talvez não seja o suficiente. É claro que a prática experimental em uma determinada área ou disciplina permite saber se um determinado experimento está funcionando corretamente ou não, mas talvez não seja o bastante para indicar uma certeza absoluta. A sensibilidade pela prática indicaria algo altamente provável que já seria uma resposta relativamente adequada, mas não definitivamente correta. Considerar os erros como um agrupamento em separado, posteriormente permitiria o aprofundamento da

teoria por auxiliar na verificação do que ocasionou os erros, tais como fatores externos ou fatores intrínsecos aos experimentos.

Haller já era um fisiologista experimental e também questionou e utilizou pragmaticamente as antigas questões sobre o funcionamento dos organismos vivos. Ele relacionou a necessidade de uma quantidade de análises que deveriam ser realizadas e a sua qualidade para a percepção da realidade, muitas vezes fazendo correlações entre ambas. Embora a quantidade fosse importante, a qualidade seria, no mínimo, tão importante quanto. Ele demonstrou claramente o que é irritabilidade e sensibilidade em um contexto relacional do próprio organismo, sem a necessidade de recorrer à alma. E demonstrou onde elas ocorriam e as suas relações com diversos tecidos.

A postura e as ideias de Spallanzani nos fazem questionar o mecanicismo, assim como parte de seus resultados baseados em um vitalismo mais transcendental. A redução bemfeita aos mecanismos vitais baseados em Física e Química permitiu o avanço da Fisiologia, mas nem todas as respostas estariam nestas duas áreas. A complexidade dos seres vivos se embasa em processos físicos e químicos, mas temos dificuldade em reduzir toda a vida e seus processos a ambos, seja por falta de conhecimentos sobre eles ou de sua aplicação, ou por desconhecer algo inusitado, mas importante.

Hacking (2008) lança a hipótese de que os cientistas mais lembrados e reconhecidos são aqueles teóricos que praticam – i.é, que fazem experimentos. Se fosse o caso, Harvey e Haller seriam exceções, mas não Spallanzani.

Harvey, Haller e Spallanzani se preocupavam com algo mais geral do que algo aplicável às ciências médicas. Haller procurava definir o que é vida e como o organismo ou tecido reagia; Harvey, a função cardíaca, a circulação e o desenvolvimento animal; Spallanzani, a geração e a vida subvisível.

O indutivismo baconiano e o indutivismo-dedutivismo aristotélico estiveram presentes no período final da velha Anatomia, assim como no início da nova Fisiologia, a experimental. Nessa nova Fisiologia, o indutivismo baconiano é mais contundente, levando a reavaliar o Escolaticismo e o pensamento aristotélico. Essa foi uma das razões da mudança de paradigmas entre a velha Anatomia e a nova Fisiologia. A procura por aspectos além da Anatomia também parece ter influenciado muito essa mudança paradigmática. As deduções provenientes da Anatomia já não davam conta das funções orgânicas; uma nova forma de trabalho e de raciocínio era necessária. Então houve uma derivação proveniente das antigas Anatomia e Fisiologia, com a inserção de novos paradigmas (indutivismo complementado por dedutivis-

mo, experimentação seriada, geometrização, método analítico, entre outros). Enquanto que a velha Anatomia se ampliava e permitia um desenvolvimento gerador de novas disciplinas, a Fisiologia reduzia o seu escopo, tendo mudado também, por influência (embora menor) das novas anatomias. Esta nova Fisiologia, posteriormente, também evoluiu e formou um novo corpo de conhecimento mais ligado à Química e à Mecânica.

Parte da prática experimental na transição da velha Anatomia para a nova Fisiologia deriva-se da magia experimental, da qual Francis Bacon tirou muitas das suas ideias. Os seus fundamentos estão na Magia renascentista e na Alquimia, com modificações. Essa fundamentação permitiu a mudança paradigmática da antiga para a nova Fisiologia, através de experimentadores-cientistas práticos e criativos, como Haller e Harvey. A fantasia e o fantástico, de uma forma geral, foram deixados de lado em favor de análises experimentais e abertas àqueles que quisessem e se dispusessem a realizá-las. Os segredos da Magia e o seu ocultismo foram deixados de lado. Eventualmente, havia a possibilidade de alguém recorrer a algum tipo de transcendentalismo devido às dificuldades impostas pelo próprio mecanicismo.

Harvey, Haller e Spalanzani não eram baconianos apenas quanto ao indutivismo e à experimentação, mas também quanto ao fato de serem contrários à linguagem hermética e utilizarem uma linguagem clara e direta, o que possibilitava o compartilhamento do saber; eles e Bacon foram contra o subjetivismo (no sentido de tendência para considerar e avaliar as coisas de um ponto de vista meramente pessoal), mas a favor de experimentos diretos. Uma diferença entre eles e Bacon era a crença inicial de Bacon na Magia renascentista, sendo que Harvey e Haller eram essencialmente médicos cientistas, e Spalanzani, um Abade, mas todos eram pesquisadores que não acreditavam no que estivesse escrito sem a devida comprovação concreta e de forma experimental.

Notemos que a magia em Bacon era experimental (embora ele não fosse exatamente um cientista), mas muito desse conhecimento foi legado apenas teoricamente e não de forma experimental. Essa diferença pode ter colaborado para a percepção de Cunningham de que Harvey não tenha aceitado muitas das ideias de Bacon quanto à sua verdadeira natureza. Assim, Harvey, Haller e Spallanzani compartilhavam a crença na importância da técnica, das habilidades manuais, da demonstração e da cultura para se fazer Ciência. A linguagem clara em Ciência permite que, a princípio, outros experimentadores e técnicos refaçam o trabalho sem errar e sem achar que o erro experimental pudesse ser de quem o estivesse realizando devido ao mal-entendido sobre o que o mago ou outro experimentador, com sua linguagem

hermética, tenha realmente realizado. Esse compartilhamento do saber na Ciência permite que esse saber chegue a todos e que não seja apenas uma iluminação particular de um único indivíduo. O talento também é importante, mas não é a prioridade em Bacon: serve para realizar experimentos, principalmente aqueles mais inteligentes (o que implica em inteligência manual e criatividade), assim como para raciocinar. Haller, Harvey e Spalanzani foram talentosos e se diferenciaram. Podemos compartilhar o conhecimento de forma que haja apenas a aplicação de técnicas, de equipamentos e de raciocínios, não havendo muita necessidade de sermos um gênio ou especialmente talentosos. Na prática, vemos a necessidade da criação e da habilidade manual e cognitiva.

A mudança de paradigma permite maior evolução e maior aprofundamento do saber; o grupo e a difusão do saber são mais importantes do que o indivíduo. O talento individual também alavanca – e muito – o conhecimento por sua contribuição ainda extremamente significativa e que pode gerar a diferença. Para o antigo paradigma, apenas o indivíduo talentoso e genial seria responsável pelo desenvolvimento do conhecimento. Hoje, indivíduos podem aprender as técnicas, mas o talento não pode ser excluído da equação. O grupo pode intervir de forma mais contundente na geração e no controle da validade das teorias, com trocas de experiências, de resultados e de conclusões, em um conhecimento compartilhado. A linguagem científica pode se tornar uma barreira quando se torna muito técnica, e um mesmo termo pode apresentar conceitos diferentes nas diversas disciplinas, o que leva a uma nova hermenêutica. O diálogo entre as diferentes disciplinas torna-se impossível. O aprendiz tem que adquirir uma nova linguagem.

Para compreendermos o que é e o que faz a Ciência é necessário conhecermos e unirmos as suas duas atividades fundamentais, a teoria e o experimento. Nas teorias, consideramos a realidade, como o mundo é; os experimentos controlam a validade das teorias; as tecnologias que delas derivam mudariam o mundo. O ser humano representa para intervir e intervém através de ações, como os experimentos. Desde a Revolução Científica, foi construído algo coletivo baseado em experimento, cálculo e especulação, os quais, de forma colaborativa, proporcionariam um ao outro um enriquecimento impossível de ocorrer de outra forma, algo salientado por Hacking (2008) e Rossi (2006). Hacking (2008) salienta também que os filósofos da Ciência desprezaram por muito tempo os experimentos; para eles, falar sobre esse assunto seria uma novidade. Isso abre uma brecha para as análises sobre Ciência a partir dos experimentos e dos experimentadores, como as análises em Harvey, Haller e Spallanzani.

Alguns modismos filosóficos podem ter contribuído para a distorção dos dados observacionais considerados anteriormente, como o ascetismo semântico de Quine, segundo o qual, o importante não é **o falar** das coisas, mas o **como falar**, levando-se ao predomínio da teoria sobre o experimento.

A atual Filosofia da Ciência tornou-se uma Filosofia da Teoria que nega até mesmo a existência de observações e de experiências pré-teóricas. Seria necessário abandonar a exclusividade da “contemplação da teoria-mundo” ou da teoria do conhecimento enquanto espetáculo, uma obsessão da Filosofia Ocidental. A Ciência Natural pós-século XVII teria que conectar a representação à intervenção (HACKING, 2008; ROSSI, 2006). Há um descompasso entre teoria e experimento apesar de também haver uma grande ênfase na experimentação e nas técnicas em Ciência a partir do Séc. XVII. Apenas a Filosofia da Ciência enfatiza a teoria em detrimento da experimentação; para o cientista que trata essencialmente da experimentação há uma ênfase apenas na experimentação e nos seus resultados. Haller foi um experimentador que ainda se preocupou muito com a interligação de ambos os tipos de conhecimento. Desse modo, houve uma perda de uma parte importante da teoria do conhecimento. O fazer é extremamente importante, mas raciocinar, teorizar, representar, modelar e questionar também são aspectos importantes para o desenvolvimento do conhecimento e do saber. O excesso de ênfase na linguagem para identificar o que é Ciência hipertrofia a verbalização em detrimento da prática, mas a hipertrofia da experimentação em detrimento de outras práticas também subestima a importância dos demais aspectos da teoria do conhecimento.

O efeito ou fenômeno já existia antes de ter sido engenhosamente isolado em laboratório? Para Haller, Harvey e Spallanzani, ambos realmente existiriam: nada havia sido provocado em laboratório, apenas as reações naturais nos experimentos de Haller, as alterações que evidentemente demonstravam a circulação em Harvey, e o aumento visual nas análises nos microorganismos em Spallanzani. Os fenômenos já existiam anteriormente e ocorriam naturalmente no mundo real; eles foram apenas ressaltados experimentalmente.

O conceito de fenômeno foi inicialmente utilizado para eventos celestiais por sua regularidade de complexa em um universo aparentemente caótico. Os céus expõem alguns fenômenos de forma melhor do que por confrontação e observação cuidadosa (HACKING, 2008). Nem todos os fenômenos estão manifestos de uma forma tão fácil. Na maioria das vezes, é necessário intervir e utilizar os seus efeitos como chaves para abri-los ou para provocar a sua manifesta-

ção. Assim, eventualmente, fazemos as chaves e as fechaduras a serem abertas ao estudarmos a Natureza, permitindo deduzirmos um efeito inicial a partir da teoria, o que nos leva a proposições teóricas passíveis de experimentação e à experimentação posterior. A experimentação nos leva aos efeitos esperados, ou não, o que nos faz lembrar os experimentos cruciais. Os efeitos inesperados para a teoria nos levam a novos experimentos baseados nestes efeitos, o que leva a novas deduções a partir de uma nova teoria, uma teoria tentativa, onde o novo fenômeno foi experimentado. Anteriormente, não havia sido tentado criar este novo fenômeno sem uma teoria por detrás. Este modo se encaixa melhor em Haller, Spallanzani e em boa parte da teoria de Harvey. Porém a teoria da circulação foi, aparentemente, elaborada enquanto os experimentos eram realizados sob a hipótese do sangue circular, como a teoria atual considera. Manter a hipótese levaria à teoria – e, assim, o efeito levaria à circulação do fenômeno. O efeito, a circulação, não existia na natureza até a experimentação – se considerarmos a posição de Hacking (2008) – ou melhor, não era evidente na natureza até a experimentação realizada por Harvey. Segundo Hacking (2008), os fenômenos podem ser anteriores ou posteriores à teoria. Neste caso, eram anteriores. As teorias sobre irritabilidade e sensibilidade eram anteriores a Haller, mas foi ele quem propôs um delineamento experimental bem articulado, baseado nos conceitos de irritabilidade e sensibilidade e no seu conceito próprio de Fisiologia.

Se Ciência é “tudo aquilo que se impõe como uma força que parece desnecessário demonstrá-lo de forma racional” (JAPIASSÚ & MARCONDES, 1989), então ela tanto é racional como evidente (ou realiza algo para demonstrar alguma evidência subjacente). Nesse caso, temos alguns problemas: o que demonstramos é real ou é apenas algo teórico? As análises e os fenômenos eram reais para todos os cientistas acima; para a Ciência atual, em sua forma mais restrita, devemos lidar com o real, e não com teoria. A teoria seria uma derivação dela após as análises experimentais ou um embasamento para as análises. A teoria provém de conjecturas comprovadas enquanto se sustentarem como reais. Outro problema que surge é como essas evidências se impõem a nós. Não basta que elas sejam impostas metafisicamente, no sentido transcendental, mas, como vimos, elas têm que ser obtidas de forma forçada, pois não são observáveis ou tampouco tão evidentes aos sentidos. A experimentação é o primeiro passo para haver a “imposição dos fatos”, ou melhor, para demonstrar as evidências. Não é apenas olhar algo, mas comprovar algo por evidenciação que marca a Ciência a partir da Revolução Científica. Mas é a racionalização posterior com uma representação mental adequada, que permitem um aprofundamento ainda maior da realidade, assim como a sua generalização, ou teorização. Esse aprofundamento é essencial, pois permite o surgimento de novas questões e

novos aprofundamentos, isto é, novos questionamentos e novas experimentações com novas teorizações e novas generalizações. Consequentemente, novas ideias surgiram com profundas modificações disciplinares nas ciências. O quanto essas mudanças paradigmáticas influenciaram cada Ciência depende do caminho seguido pelo cunho disciplinar existente, de seu desenvolvimento e da amplitude dessas mudanças na disciplina específica e na Ciência em geral. Talvez o seu limite seja o das grandes questões – e, portanto, o das grandes teorias. Mas podemos pensar apenas em disciplinas científicas múltiplas, sem espaço para uma unidade? Só pode haver uma unidade com um conteúdo comum, portanto a unidade só poderia ocorrer em uma disciplina ou, no máximo, em disciplinas comuns - eventualmente, nem mesmo em uma única disciplina. Porém as questões maiores ou as disciplinas mais amplas poderiam apresentar aspectos comuns e desenvolvimento comum, ou seriam consideradas transdisciplinares. Até onde podemos considerar as ciências como unidades disciplinares específicas? Talvez possamos considerar diferentes camadas como interdisciplinares ou transdisciplinares com aspectos em comum que podem ser compartilhados e considerados com um mesmo cunho ou Ciência, ou ao menos como ciências afins.

A realidade científica relaciona-se ao seu contexto histórico. Mas seria possível atingir um modo neutro para obter uma verdade científica, e acreditamos que este seja um aspecto interessante que deve ser analisado. Se os homens da Ciência procuram pela verdade e pela realidade, como e quando sabemos se realmente a atingimos? A experimentação benfeita e o raciocínio baseado em matemática e experimentação são essenciais para a Ciência moderna e a definem. Podemos discutir se outras disciplinas também são científicas por não realizarem experimentos ou por não incluírem o matematismo. A Fisiologia Experimental envolve tanto experimentação quanto razão, física e matematismo. A experimentação e o matematismo (numérico ou não) fornecem as bases para o raciocínio e para a teorização ao lidar com entidades reais, mas até onde a teorização pode ser considerada como algo real? Popper nos fornece a resposta: fazendo novas experimentações para comprovar ou refutar as afirmações teóricas. Mas, então, entramos em um círculo infinito, mas ponderado. Desse modo, o historicismo desempenharia um papel importante na definição de Ciência, e pode nos auxiliar na formação de um conceito mais adequado de Ciência.

A mera observação e o indutivismo, por si sós, não levam à verdade. O conhecimento deve apresentar racionalidade e representação, além da experiência. A mera representação é puramente especulativa e deve ser respaldada experimentalmente.

O desenvolvimento científico é complexo, não linear e pode apresentar retrocessos. Desde Galeno sabíamos que o coração teria quatro cavidades, mas, posteriormente, Harvey considerou que as aurículas fossem parte dos vasos sanguíneos. Isso nos leva a questionar o quanto a Ciência realmente seja acumulativa.

A Metafísica desempenhou um papel extremamente importante na formação da Ciência Moderna. E talvez possa desempenhar um papel mais importante do que acreditamos atualmente, devido ao tipo de questões, analogias e modos alternativos de trabalho. No seu uso só não pode haver exagero. O seu transcendentalismo leva ao questionamento, à criação científica, baseada no imaginar de novas técnicas e novos conhecimentos, que devem ser criados para a sua efetivação, e o seu realismo leva à experimentação, à prática e à teorização a partir destes experimentos. Harvey, Haller e Spallanzani bem demonstraram esse aspecto. Sem questionamento e sem imaginação não há desenvolvimento científico, pois não há ousadia para mudanças, o que ficou bem evidente no trabalho desses autores. Holton (1998) defende esse mesmo ponto de vista. Isso leva à reconceitualização de Metafísica, ligando-a à reflexão questionadora e à imaginação, mas passível de experimentação posterior, recaindo no realismo científico. As suas antigas conceitualizações praticamente perderam o seu valor. Não há nada de errado ser inicialmente um metafísico, mas é necessário ser um realista quanto às conclusões e discussões – ou chegar-se ao mais próximo possível dessa realidade.

O matematismo da Ciência, numérico ou não, pode ser considerado neutro e permite que cheguemos ao realismo científico. Se as análises forem bem realizadas, de forma articulada, podem gerar boas respostas diretas ou a necessidade de hipóteses alternativas. Haller coloca a necessidade de analisar um agrupamento de dados, não um dado isolado. Harvey demonstra a necessidade da geometrização para uma análise mais profunda e para elaborar uma teoria internamente consistente.

Uma análise matemática mais abrangente, onde se incluam os erros reais ou potenciais pode ser considerada, assim como análises seriadas e comparadas a algum grupo externo que permita tal comparação de forma adequada. As análises matemáticas atuais permitem isso, mas não naquela época. A análise posterior dos erros seria apenas um complemento, mas que pode levar a um aprofundamento da questão, o que seria um acerto de Haller referindo-se às análises independentes, mas não foi com este cunho que ele fez as suas considerações. Mesmo que nunca façamos um experimento exatamente da mesma forma que o anterior, como alguns teóricos consideram, mesmo nas experimentações seriadas, podemos fazer uma análise de er-

ros em separado para que possamos melhor percebê-los e analisá-los. Esta análise permite verificar parcialmente o quanto somos influenciados por nossas teorias e por nossa imaginação, o que nos aproxima do real por retirar o transcendentalismo e levar ao realismo científico.

A geometrização do mundo, iniciada por Galileu, foi mais importante para o início da Fisiologia Experimental do que a Análise Estatística, mais utilizada na Ciência Contemporânea. Mas normalmente conseguimos atingir o realismo científico sem recorrer às análises de erros em separado. Fumerton (2014, pp 17-18) considera que “usamos marcadores de lugar ou *variáveis* para designar as pessoas e as proposições nas quais elas creem” (o grifo é nosso); o marcador de lugar deve ser substituível “pelo nome ou descrição de qualquer pessoa ou proposição que se queira”. Assim, uma pessoa **S** possui razões epistêmicas para acreditar em uma proposição **P** “quando **S** tem razões que tornam provável a verdade de **P**”; tal probabilidade de ocorrência não se reduz a “causar aquilo que torna verdadeira a crença”. Esta também é uma forma estatística de raciocinar. Desta forma, parece que Harvey, Haller e Spallanzani utilizaram um pensamento matemático, mas sem números e ligados à lógica, ao raciocínio relacional. A lógica e o matemático não numérico permitiram elaborar as teorias sobre o corpo.

O corpo tornou-se uma entidade espacial, com circulação, irritabilidade, desenvolvimento e responsividade ao mundo, e não mais uma metáfora do mundo real ou celestial. O corpo não é mais algo transcendental.

A modelagem e a analogia servem não apenas para o cientista-observador-explorador em si, mas também para permitir que se faça uma rede de conhecimentos. A produção do novo conhecimento científico implicou em que as novas situações criadas sejam, no mínimo, tão importantes quanto as antigas. Há uma carga experimental cuja ancoragem é superior ao modo anterior de trabalhar. Mas isso não significa que o desenvolvimento no modo de lidar com o conhecimento tenha terminado.

As mudanças paradigmáticas são contínuas e aceitas devido ao poder de persuasão, assim como por mudanças culturais e mentais que permitiram esta aceitação. Manter fortemente uma hipótese ou a mesma ideia pode fazer com que a aceitemos como verdadeira, mesmo quando apresenta muitos aspectos aparentemente errados. Apenas quando aceitamos uma nova possibilidade ou ideia é que pode haver uma mudança na teoria. Atermo-nos aos fatos experimentados pelos nossos sentidos não é o suficiente, embora seja importante e crucial. Nós temos que aceitá-los e colocá-los em um âmbito maior e devidamente organizados. Para

tanto, é necessário imaginar uma resposta que seja mais adequada e mais próxima da realidade ditada pela percepção e pela razão, o que perpassa pela imagem e pela analogia de como ocorram os fatos e transformá-la em uma teoria. É nesse aspecto que entra uma questão importante: todos nós podemos ver as mesmas coisas, mas não as percebemos igualmente.

Ao considerarmos uma teoria já pronta, elaboramos uma hipótese e um modo de trabalho para avaliá-la. Mas essa teoria ou o que procuramos influenciam o que vemos e o que deixamos de perceber. Portanto, a percepção da realidade pode ser dependente da cultura e da teoria em nós embutidas. Nós criamos um modelo mental do que seja o mundo. É aqui que entra a experimentação: ela ancora os fatos e permite embasar a teoria na realidade, diminuindo a influência externa, mas não a retirando completamente. As considerações de Spallanzani sobre a pré-formação do feto é um bom exemplo. Ele foi influenciado pela cultura. Mas também poderia ter realizado outros tipos de análises paralelas ou reversas para avaliar a pré-formação. Essa teoria se sustenta devido aos experimentos realizados, algo tipicamente popperiano.

A modelagem é um processo em aberto. A cultura científica, como uma rede conceitual, pode prosseguir em inúmeros sentidos. O seu desenvolvimento futuro depende das ações individuais, culturalmente influenciadas, assim como o aceite coletivo que lhe for dado. Se a nova rede servir melhor ao interesse da comunidade científica relevante, torna-se o novo paradigma (Ciência central). Assim, as teorias de Harvey, Haller e Spallanzani formaram uma nova rede conceitual.

A partir dessa última proposta, o conhecimento científico torna-se relativístico, não uma representação transparente da Natureza. Tal representação deixará de ser relativística quando realmente conseguirmos enxergar como a natureza realmente é. É a experimentação que a evidenciaria, com o auxílio da razão. Para tanto, deveríamos abandonar as imagens e as analogias. Mas isto também é um risco, pois é mais provável que nos leve a sermos idealistas e que nos leve a caminhos escusos. A indução é um excelente caminho para a procura pelo real, embora não seja o único e nem o suficiente por si só. A própria indução necessita de imagens e de hipóteses; portanto, as representações são importantes, o que abre espaço para o dedutivismo.

Os modelos fisiológicos, acoplados ao mecanicismo e ao vitalismo, foram indutivamente bem-sucedidos. Para Hacking (2008), o objetivo final da Ciência não seria a sua unidade, mas um excesso absoluto, apesar de gostar de projetos de unificação da Ciência. Vemos que é a

teoria que termina por unificar as diversas áreas. Há diversos níveis de teoria e diferentes níveis de unificação e não, necessariamente, uma única grande teoria, como foi colocada por Hacking (2008). Há as teorias menores, baseadas em diversas análises experimentais e que procuram por uma consistência interna e por uma consistência nas relações com outras áreas ou disciplinas. As hipóteses imagéticas também são robustas, mas podem se encaixar em diversas teorias simultâneas conflitantes de tal forma, que o seu valor, neste caso, pode se tornar nulo. Foi o que houve com Spallanzani. Os antigos gregos procuravam por teorias extremamente racionais e locais, não por teorias tão abrangentes mesmo em um mundo finito e com poucas possibilidades viáveis de respostas e de fenômenos. Mas há a alma, há o *pneuma*, o “ar” que penetra em todos os seres vivos e lhes permite agir e movimentar (HACKING, 2008). Talvez o melhor caminho para maximizar os fenômenos e obter as leis mais simples é quando temos leis inconsistentes entre si e que apoiam casos diferenciados, mas sem uma aplicação geral. Harvey, Haller e Spallanzani apontam para outra direção, uma explicação mais geral que torna tudo mais fácil, minimizando a necessidade de muitas e diversas explicações teóricas. Há uma navalha de Ockham aqui pelo uso de experimentação.

Para van Fraasen, a importância real da teoria para o cientista é que ela seja um fator de delineamento experimental. A experimentação é a continuação da teoria por outros meios. Essas citações se contradizem; talvez a sua imagem seja circular, autorreflexiva, para fazer mais experimentações (HACKING, 2008). Acreditamos mais em um caminho de mão dupla: a experimentação gera a teoria, que, por sua vez, gera mais experimentação - realmente uma visão aparentemente circular, mas realmente em espiral, que permite o aprofundamento disciplinar e a geração de novas teorias e disciplinas. Foi desta forma que Spallanzani, Haller e Harvey criaram as suas teorias.

Ao considerarmos que os resultados experimentais sejam repetíveis, para Hacking (2008) seria uma tautologia autorreferenciada, pois o experimento é uma criação de fenômenos, os quais devem ter regularidades discerníveis. Deste modo, um experimento não repetível falhou em criar fenômenos. Nós acreditamos que um experimento não repetível possa falhar em demonstrar um fenômeno – ou por erro na sua feitura e realização, ou por sua inexistência. Portanto, os fenômenos não são criados, mas demonstrados; portanto, devem ser repetíveis. Podemos utilizar equipamentos sofisticados e modernos para conseguir obter bons resultados, enquanto que outros pesquisadores mais antigos, afeitos às técnicas anteriores, não consigam obter nada. Ou vice-versa. O problema poderia ser o equipamento, ou, mais provavelmente, o

pesquisador. Experimentar é criar, refinar, produzir (ou melhor, fazer aparecer), estabelecer e estabilizar fenômenos. Talvez não haja tantos fenômenos embutidos na natureza quanto acreditamos. Para Hacking (2008), os fenômenos seriam fáceis de serem produzidos de maneira estável, mas difíceis de serem criados. Mas criar e produzir fenômenos em Biologia Experimental não é tão fácil. Existem tarefas diferentes e em grande número, como montar e delinear um experimento que funcione; observar, anotar e registrar os dados amostrados; retirar o que está errado, estranho, instrutivo ou distorcido no aparato experimental (por aparato experimental, entendamos como todo o sistema de análise e não apenas o aparelho). O observador deve ser uma pessoa aberta e observadora. Apenas quando o aparato experimental estiver funcionando direito é que poderíamos fazer e registrar os experimentos ou observações.

De uma forma geral, podemos sintetizar as diferenças entre os antigos gregos e os cientistas que avaliamos desta forma:

<b>ANTIGOS GREGOS</b>	<b>HARVEY, HALLER E SPALANZANI</b>
1. Método Hipotético-Dedutivista	1. Indutivismo baseado em Experimentação, associado ao dedutivismo
2. Análises esporádicas centradas em cadáveres e animais.	2. Lógica aristotélica, com causas e silogismos
3. Conhecimento obtido de açougues e com atletas.	3. Experimentação, com análises seriadas em cadáveres e animais.
4. Diferentes níveis e modos de análise	4. Experimentação direcionada a um objetivo específico, realizada de forma repetida e, preferencialmente, sequencial
5. Forte influência da Filosofia Primeira (Metafísica)	5. Experimentação como Filosofia Primeira. Metafísica especial, como Realismo Científico
6. Forte Racionalismo	6. Racionalismo mecânico e empiricista
7. Sem Matematismo, mas com Lógica	7. Geometrização simples e matemática numérica e não numérica
8. Pensamento Holístico	8. Reducionismo
9. Analogias, Teorização e Especulação	9. Modelagem, Representação e Analogias
10. Silogismos	10. Experimentos cruciais
	11. Vitalismo
	12. Entidades Reais
	13. Ciência como Quebra-Cabeças

É claro que houve um período de transição entre estes dois extremos. Essa tabela reflete dois extremos de posicionamento e postura. As mudanças foram ocorrendo entre estes dois períodos de tempo de forma contínua e com mudanças paradigmáticas.

Portanto, temos uma matriz muito mais ampla do que algo disciplinar: uma mudança total de pensamento e ação. A Fisiologia Experimental e, por extensão, a Ciência Moderna originam-se da matriz gerada por Harvey, Haller e Spallanzani. Na prática, já vemos a Fisiologia Moderna nessa matriz. Percebemos um modo de questionamento mais profundo da Natureza. Há a procura de uma realidade maior, baseada nos casos reais, os indivíduos e os fenômenos que eles representam.

## CONCLUSÕES

Dos acontecimentos eventuais, os gregos derivavam generalizações eminentemente teóricas que foram consideradas como fatos ou entidades reais. Vez por outra havia referências a monstruosidades. A noção inicial de ciência deriva da argumentação lógica, típica da *philosophia*, da teorização ou contemplação (*theoria*), da observação e da procura por respostas racionais e naturais de suas causas (*physiologi* e *peri physis historia*) a partir de um único indivíduo, ou de poucos indivíduos, e de analogias. A observação de um único indivíduo, por si só, leva a erros que são aumentados por ausência de critérios mais rigorosos. Provavelmente os gregos tinham certa consciência da indução a erros, a qual eles tentavam cobrir ou ajustar com observações funcionais e anatômicas em espécies animais não humanas, algumas delas muito semelhantes à nossa, como outros primatas, assim como por observações experimentais ou eventuais, mas que, mesmo assim, não supriam os dados e os fatos de forma a permitir o seu conhecimento além das aparências e da forma mais simples. Outras observações até eram realizadas em espécies filogeneticamente mais distantes. Os gregos procuravam pelo que seria mais geral e comum aos animais, portanto algo verdadeiro, e quais seriam as variações anatômico-funcionais que ocorriam. Desse modo, poderiam verificar e obter os aspectos gerais e deduzir alguma verdade válida, fatos perceptíveis que pudessem ser elaborados racionalmente, assim como poderiam demonstrar como seria, de fato, a *Œconomia Animal*. Galeno e Aristóteles se aprofundaram mais nas análises experimentais que a grande maioria dos gregos antigos. Ambos eram cultos e associaram erudição, filosofia e experimentação.

A teoria do *pneuma* e das artérias cheias de ar impediu a descoberta da circulação sanguínea pelos gregos, assim como o seu modo de análise, com poucos experimentos e sem questões fechadas (“sim ou não”). É o método de parcelamentos experimentais, semelhante ao realizado em Fisiologia e acoplado a séries experimentais, que permite que as análises sejam efetivamente realizadas. Não havia um programa de pesquisas em *Œconomia Animal*, apenas aproveitavam-se as oportunidades de análises. Em diversas épocas, foi possível a realização de disseções e vivisseções, geralmente em animais, mas não houve um programa de pesquisas institucionalizado. O indutivismo posterior e a análise experimental diferenciada permitiram a descoberta da circulação do sangue e das análises funcionais posteriores, como as realizadas por Harvey, por Haller e por Spallanzani.

A diferença entre a *Œconomia Animal* e a Anatomia Funcional logo antes e durante a Revolução Científica permitiu o desenvolvimento posterior da Fisiologia Experimental. A indução, as análises a partir dos fatos, os experimentos seriais, a comprovação por análises e observações bem conduzidas e sem grandes margens para deduções puramente teóricas foi o que permitiu o início da Biologia e da Fisiologia experimentais atuais. É claro que havia alguma margem para discussões e erros, mas estes foram fortemente reduzidos. A demonstração física passou a se tornar o centro das análises e das discussões. A própria Metafísica tornou-se um realismo científico. A Fisiologia tornou-se algo mais neutro, aparentemente sem tendências filosóficas específicas, fora as suas preocupações com o realismo, com a objetividade, com a observação e a análise diretas, com a experimentação e com o racionalismo – e com o quanto cada uma dessas preocupações interessa realmente à Ciência; a análise da natureza das coisas poderia ser revelada a partir da própria natureza pelo observador-avaliador, o experimentador e, posteriormente, pelo cientista. A verdade agora teria que ter um respaldo pela própria natureza; se algo estivesse errado na teoria, a própria natureza o demonstraria. A análise da natureza das coisas tornou-se mais específica, não só por seu experimentalismo, mas também por sua circunscrição ao funcionamento das partes. A realidade tornou-se algo mais tangível e factual, mesmo que, eventualmente, parecesse seguir contra uma realidade aparentemente diferente. A realidade já não era algo tão simples quanto imaginávamos, mas algo mais complexo, menos espiritualizado e mais subjetivo.

A avaliação do mundo real desde os antigos gregos procurava impulsionar a Filosofia, a *Episteme* e a Fisiologia, visando substituir um universo mais mágico pela realidade e pela verdade. Tal visão levou à Filosofia Natural e, posteriormente, à Ciência atual, fechando as possibilidades mágicas e abrindo as possibilidades científicas, com um universo infinito e bem mais complexo.

Os gregos praticavam experimentos dúbios e observações em dissecções e vivisseccões, assim como observações clínicas, como feridas em campo de batalha, em atletas e em restos animais. Geralmente realizavam apenas um experimento ou uma observação, ou, eventualmente, mais alguns, mas de forma assistemática. Depois, por lógica, derivavam-se generalizações eminentemente teóricas que foram consideradas como fatos ou entidades reais. Eventualmente havia referências a monstruosidades. Se, inicialmente, a Ciência deriva da *philosophia*, da *theoria*, da *physiologi*, da *peri physis historia* e de analogias, ela era uma forma mais teórica e racional na procura pela verdade e pelo conhecimento do que era

experimental e real, mas isto se revelou insuficiente para as análises do mundo natural, do universo, do Real. A observação de um único indivíduo, por si só, leva a erros que se tornam maiores por ausência de critérios mais rigorosos. Os cientistas tentavam ajustar esses erros com observações e experimentos funcionais e anatômicos simples em diversas espécies animais, mas que mesmo assim não supriam os dados e os fatos de forma a permitir o seu conhecimento além das aparências e da forma mais simples. Os gregos estariam procurando por inferências que permitissem generalizações por serem comuns aos animais. Ao verificar e obter os aspectos gerais e deduzir alguma verdade válida, fatos perceptíveis seriam elaborados racionalmente e demonstrariam como seria o funcionamento do organismo.

A matematicidade nas ciências, tornando-as relacionais, permitiu inferências lógicas mais aprofundadas. Ela tornou-se não apenas um complemento, como no período da Revolução Científica, mas algo essencial às ciências biológicas. Este matematismo tardio das ciências biológicas, assim como a complexidade dos seres vivos, suas inter-relações e a própria definição do que é um ser vivo postergou o seu desenvolvimento; as ciências biológicas fizeram estender o período da Revolução Científica até o séc. XIX, e, possivelmente, ao séc. XX. O pensamento relacional e lógico foi muito mais importante inicialmente, o que foi utilizado nas análises matemáticas posteriores, permitindo uma neutralidade. Houve a mudança de um matematismo não numérico para a geometrização, e dessa para outras análises matemáticas. As diferenças ocorreram quanto ao rigor e ao modo de trabalhar, inserindo a experimentação com suas conclusões no cerne das discussões. Desse modo, foi possível chegar a conclusões muito diferentes das iniciadas por experimentos simples e discussões analítico-sintéticas típicas da Filosofia, e mais próximas da verdade. A metafísica, o vitalismo e a imaginação fornecem muitas questões e hipóteses para a Ciência, assim como formas criativas de lidar com a realidade. Mas as experimentações é que as respaldarão.

O uso de foles para avaliar o movimento de fluidos nos vasos demonstram que ar e fluidos poderiam se movimentar pelos vasos e que eles se intercomunicam funcionalmente. Este tipo de experimento anatômico é um ótimo exercício inicial de análise, mas um tanto vago para análises mais profundas. Ele serve como um experimento crucial para estudos posteriores mais elaborados. Os experimentos de Aristóteles, em que ele utilizou clorofórmio e resguardo de animais foram mais profundos, mas também se revelaram um tanto dúbios. A fecundação dos fetos pré-formados também se mostrou um tanto dúbio. Portanto os usos de experimentos por si só não demonstram necessariamente e inequivocamente um fenômeno ou fato. A

experimentação e o uso de experimentos cruciais direcionam melhor o Observador para os fatos verdadeiros. Quanto mais repetível e orientador for o experimento, melhor ele será.

Houve uma forte influência de Aristóteles na Ciência grega, como nas Escolas Médicas Dogmatista e Racionalista e em Galeno, e mesmo, posteriormente, entre os árabes, na Renascença e na Revolução Científica. Haller, Harvey e Spallanzani sofreram a sua influência. Esses três autores utilizaram as suas causas, isto é, a Metafísica aristotélica. Ainda utilizamos muitas das suas ideias, como as suas Categorias, inseridas, por exemplo, na hierarquia lineana usada para a Sistemática, assim como algo da sua maneira de trabalhar. E ainda podemos utilizar, de forma atualizada, muitas de suas ideias. As suas causas também podem e devem ser utilizadas, também as atualizando ao nosso modo de agir e pensar, de maneira ponderada e questionando o nosso modo de trabalho também; portanto, a Metafísica deve e pode fazer parte da prática científica moderna. O aristotelismo, modificado, foi a base para a Revolução Científica na Biologia Experimental. Sugerimos que sejam realizados estudos sobre o impacto das ideias de Aristóteles sobre o pensamento moderno, assim como estudos sobre o uso potencial do pensamento aristotélico na modernidade.

Galeno e Aristóteles foram, indubitavelmente, excelentes pesquisadores, destacando-se na sua época e refletindo-se fortemente nas ciências biológicas posteriores. O modelo galênico de Medicina e de experimentação também se repetiu na Idade Média e na Revolução Científica. Galeno estava a par do conhecimento médico existente e reavaliou a Medicina de sua época, uma visão revolucionária que se refletiu em Harvey.

O rigor técnico e experimental foi aumentando até a Revolução Científica. Esse rigor reduziu o âmbito das respostas possíveis e mais prováveis por se aterem mais aos fatos com respaldo na natureza. A imposição das hipóteses, quase sempre imagéticas, sobre os fatos era uma tendência mais forte do que a atual e, geralmente, envolvia uma visão cosmológica. A representação de uma função orgânica foi comparada a máquinas com movimento, a autômatos ou a estátuas com movimento restrito, ou a um chafariz, que também serviram como modelos. Tanto as hipóteses imagéticas quanto os modelos foram se sofisticando concomitantemente, e devem estar cognitivamente ligados. O “modelo visual” pode ser extremamente útil, mas também pode gerar ruídos na geração ou na interpretação de dados. É comum a utilização de imagens para a criação e o “manejo” das hipóteses, mas é necessário que nos certifiquemos de sua validade, o que, em muitos casos, é realizado pelos experimentos.

O raciocínio grego, baseado em ampla discussão e pouca experimentação, com um forte raciocínio dedutivo a partir de poucos experimentos, também impediu a descoberta da circulação. Nesse caso, o indutivismo foi extremamente importante. Portanto, basear o conhecimento mais em raciocínio do que em prática pode levar a erros, mesmo que o raciocínio seja lógico. Também não adianta apenas possuir conhecimento, mas também perceber o que realmente está ocorrendo, o real. Os fatos devem falar mais alto. Porém, a parte lógico-dedutiva também é extremamente importante para chegar a um objetivo, a uma solução coerente. Os grandes problemas são: o quanto se deve aos fatos, o quanto se deve às deduções em Ciência, e o quanto o conhecimento é verdadeiro. Percebemos a influência aristotélica nas análises dos três autores que avaliamos, não só pelo raciocínio lógico no sentido de racionalidade, mas também no sentido prático de realizarem experimentações, principalmente naquelas baseadas no seu modo prático de trabalhar. Ocorre outro reflexo da postura de Aristóteles: ele foi, inicialmente, um Naturalista e, posteriormente, um Filósofo. A prática embasou a sua teorização, assim como em Harvey, Haller e Spallanzani. A influência aristotélica, tanto científica quanto filosófica, aliada ao indutivismo baconiano nos leva a uma síntese, a um modelo de raciocínio hipotético-indutivo-dedutivo.

A categoria *Substância* foi fortemente utilizada pelos três autores e desempenhou um papel importante no surgimento da Ciência Moderna. Haller, por exemplo, definia *Sensibilidade* e *Irritação* pelas categorias *Privação* e *Positivo*. Portanto, ele utilizou conceitos aristotélicos e algo do seu modo de pensar e de trabalhar. Os seus trabalhos comparativos seriam análogos aos de Aristóteles, porém mais modernos e sofisticados, sem se aterem apenas aos parâmetros mais antigos.

Em um aspecto, a teoria de geração de Spallanzani lembra Aristóteles: o homem forneceria uma Causa Formal para o feto, que levaria à Causa Final, o adulto. É o macho que fornece a alma senciente em Aristóteles, e o movimento em Spallanzani.

Entre os gregos, diversos modelos funcionais eram utilizados simultaneamente – o mesmo acontecendo posteriormente até a Revolução Científica. Mas apenas um modelo poderia ser logicamente verdadeiro no mundo real. Temporariamente, os modelos concorrentes podem ser utilizados indiferentemente e intercambiadamente em um problema específico devido à sua importância, quanto ao responder a todas as questões até uma teoria única, mais adequada para respondê-las. Galeno tentou elaborar teorias baseadas nos modelos anteriores e em modelos próprios feitos a partir de seus experimentos, o que se repetiu em Harvey, Haller e

Spallanzani, mas em menor grau. Os seus modelos tanto provêm da teoria quanto de fenômenos observados, sendo então, duplamente, modelos – como de fenômenos e como de teorias – que levam a novos níveis de modelagem e de teoria. Os seus modelos e suas teorias só foram descartados e substituídos, posteriormente, entre os séculos XVII e XXI.

A Fisiologia Experimental ou Moderna, ou simplesmente Fisiologia, tem a sua origem na *Physiologi* e na *Œconomia animal* gregas. Jean Fernel, posteriormente, ressuscitou o termo Fisiologia altamente influenciado pelo racionalismo. Já a Fisiologia Moderna foi, posteriormente, influenciada também pelo cepticismo e pelo empirismo. A transição para a Fisiologia Experimental envolveu não apenas a experimentação, mas também uma independência parcial da Anatomia anterior, enfatizando aspectos mais microscópicos – bioquímicos, biofísicos, celulares – e mecânicos. Um dos personagens mais importantes para essa mudança foi William Harvey, com sua experimentação sistemática e repetível, demonstrada várias vezes na frente de testemunhas e apresentada perante a Royal Society. Harvey intervém em todos os vasos visíveis, ou ao menos nos vasos chave, para avaliar o que realmente acontece. No seu trabalho, ele procurou analisar progressivamente, passo a passo, todos os fatos relacionados à circulação, baseando-se no cardiocentrismo e no raciocínio analítico. Esse modo de operar é essencialmente moderno e já era o início da Fisiologia Experimental, mesmo com o seu cunho inicialmente metafísico e com considerações eventualmente vitalistas. Harvey utiliza diversos tipos de experimentos bem delineados e fechados para responder a questões específicas oriundas de uma visão geral obtida tanto de autores antigos como de experimentos exploratórios iniciais. As questões específicas de Harvey provieram de uma visão filosófica analítica, similar ao trabalho atual nas áreas de ciências e filosofia, para formar uma síntese posterior. A análise de um grande problema geral de uma forma global é no mínimo complexa senão tecnicamente impossível. Para estudarmos problemas complexos, é necessária sua decomposição em problemas menores e mais específicos, passíveis de análise experimental, algo típico da Ciência moderna e do método de Harvey. A análise sempre está referenciada a uma visão mais geral, de onde surge a questão em análise. Nesse contexto, Harvey era moderno. A sua visão metafísica e vitalista também era mecânica; portanto ele possuía uma visão algo mais antiga, metafísico-vitalista, já influenciada por uma visão bem contemporânea, nova e mecanicista. Ele foi mecanicista com um raciocínio analítico típico para a ciência atual. Harvey chega a obter uma teoria cardiocêntrica também graças ao seu raciocínio sintético. Ele lidou com conclusões mais factuais, deduzindo aspectos, além do escopo inicial dos seus experimentos.

O seu tratado sobre o coração e a circulação, se inicia com o levantamento crítico de hipóteses. As hipóteses e discussões iniciais assemelham-se aos silogismos aristotélicos, com afirmações e negações com conclusões do tipo “verdadeiro ou falso” refutando as teorias anteriores. Embora enfatizasse os experimentos, estes não poderiam deixar margens para dúvidas e deveriam ser exequíveis. Para Harvey, as experimentações seriam demonstrações visuais ou observações fechadas de forma analítica e por manuseio experimental de cadáveres, pessoas e principalmente de animais. Harvey inicialmente considerava a hipótese de artérias pulsáteis, mas, essencialmente, a sua pulsação se devia ao coração, que agiria como uma bomba ou bexiga pulsátil. As artérias sugariam o sangue e o coração o bombearia, caso as artérias realizassem o pulsar. Porém ele verificou o pulsar cardíaco como algo hierarquicamente superior e a possibilidade deste pulsar ser o suficiente para manter o circuito do sangue em movimento. A alternância de jorros com jatos em feridas nas artérias o levou a imaginar a hipótese cardíaca da propulsão cardíaca: o coração, quando se contrai, provocaria o impulso circulatório. Já na introdução do seu tratado sobre o coração, de 1628, Harvey demonstra uma visão teleológica e metafísica do funcionamento do corpo animal de modo a permitir uma interpretação vitalista. Isso se repete em várias partes do seu tratado. A sua visão é científica e mecanicista, sem descartar um vitalismo e uma teleologia metafísica. Seus experimentos e tratamentos ou avaliações clínicas com visão vitalista e metafísica apresentam-se de forma factual, científica e realista. Desse modo, ele pretende gerar conclusões realistas, que eram totalmente reais, não artefatos. A sua própria metafísica tornou-se realista, pela procura de um modelo real a partir de um instrumentalismo inicial que se revelou real.

Os silogismos iniciais de Harvey lembram as proposições apregoadas por F. Bacon, as quais levariam a teorias mais elaboradas e aos experimentos não caóticos – i.e, organizados – que levariam às verdades gerais, se devidamente inferidas.

Harvey iniciou os seus experimentos de maneira fortemente indutivista (no sentido baconiano, com hipóteses), com generalizações que tornavam uma teoria, a princípio, plausível, e com silogismos, algo fortemente aristotélico. Mais tarde, ele reavaliava tudo de forma dedutiva. Esse é um raciocínio aristotélico, com um início indutivista, com generalizações dando uma visão geral, para, posteriormente, com novos experimentos, comprovar essa teoria geral. Portanto, por mais indutivista que ele tenha sido, há algo dedutivo nas suas experimentações, para verificar a sua falibilidade. E sua visão indutivista apresentava dois níveis: um indutivismo experimental analítico exploratório e um indutivismo

experimental analítico para aprofundar as análises exploratórias. Ambos apresentavam hipóteses a serem testadas; as análises primeiras hipoteticamente consideraram as teorias de Galeno parcialmente corretas; as últimas, a hipótese alternativa de o sangue ser bombeado pelo coração e pelas artérias e se manter fluindo pelo corpo.

As questões de Harvey, teleológicas, remetem a demonstrações experimentais ou à sua possibilidade, a princípio, sem grandes especulações teóricas e atendo-se ao observado. Porém sua visão vitalista, metafísica e mecânica terminou por levá-lo a algumas especulações que se enquadram em uma estrutura teórico-experimental plausível e coerente de um *physician* e filósofo natural. A visão de Harvey, quanto à Ciência, particularmente na Anatomia funcional, é de raciocinar, experimentar e observar, diretamente, de forma simples e inteligente, sem deixar grandes margens para a imaginação (seja em termos de lógica ou não), em termos de resposta (a imaginação talvez ocorra por conta do levantamento de hipóteses), verificar especificamente o uso objetivo de cada parte e a sua relação com o todo de forma coerente, lógica e funcional, permitindo a geração de uma teoria coerente. Aparentemente Harvey já tinha uma hipótese geral, imagética, de como o sistema vascular deveria ser e funcionar a partir das ideias dos pesquisadores anteriores; destes, devemos destacar Aristóteles, Galeno e Fabricius de Acquapendente. Harvey compôs essa hipótese em partes menores, passíveis de hierarquização e demonstração, recompondo-as, posteriormente, em um todo coerente; desta forma, ele agiu como um filósofo experimental. Ele fez algumas sondagens iniciais, mudando suas hipóteses e permitindo demonstrações e observações posteriores com novas hipóteses. As questões originais parciais ou totais eram antigas e serviam como base para as suas (novas) questões experimentais e demonstrações. Os experimentos de Harvey eram essencialmente demonstrações visuais sistemáticas, bem elaboradas e simples, de cunho sistêmico.

Harvey não se preocupava com um atomismo em relação ao sistema circulatório, mas com as diversas partes do corpo interagindo entre si de forma coerente.

Muitas das posições de Harvey refletem observações tão isentas quanto possível, bom-senso, raciocínio lógico, boas argumentações, baseadas em fatos observados; embora também tenha se baseado em hipóteses e teorias anteriores, visava comprová-las ou refutá-las, evitando “fatos” teóricos, ou “opiniões menos toleradas” utilizando-se de demonstrações e experimentos demonstrativos. Ele é cético quanto à fala sem provas; um exemplo é o dos ventrículos do coração se contraírem e se dilatarem visivelmente juntos; portanto dificilmente

um deles lançaria algo para o outro. Outro exemplo é o fato de haver um septo grosso que, por si mesmo, não permitiria trocas de substâncias; anteriormente haviam sido feitas hipóteses *ad hoc*, como a existência de passagens invisíveis entre ambos os lados do coração, permitindo trocas de substâncias entre ambos os lados enquanto haveria passagens de um fluxo possível mais plausível. Para Harvey, não havia sentido um septo tão grosso com passagens invisíveis e de demonstração impossível para a época e, ao mesmo tempo, haver vasos, passagens prontas e anatomicamente viáveis que permitiriam facilmente a passagem dessas substâncias. Esses vasos comunicavam os ventrículos e não havia a necessidade de imaginar passagens invisíveis quando já havia estruturas para o transporte de líquidos viscosos, como o sangue, e não para a passagem de ar como as teorias anteriores prescreviam. Essas deduções provieram principalmente da dissecação e da vivisseção animal, principalmente dos cervos reais, observadas, passo a passo, procurando avaliar a influência do coração na distribuição do sangue e eliminando todas as hipóteses *ad hoc* existentes e não comprovadas. As análises comparativas lhe permitiram um modelo inicial mais simples e uma análise mais objetiva do que aquela realizada apenas em seres humanos, além da universalidade de circulação.

Harvey sempre procurou realmente se ater ao observado, à “massa de evidências (...) derivadas de vivisseções” (HARVEY, 1628, p. 298), ponderando-o; ele raciocinava sobre os fatos experimentais e não apenas sobre aqueles observados. Os fatos observados apenas complementavam os fatos experimentados, assim como as suas analogias. Desse modo, as suas análises foram muito mais profundas. As suas analogias permitiram abalizar as suas experimentações como complementação aos seus experimentos e como modeladores para o seu raciocínio, funcionando como instrumentos mentais. Os seus experimentos não eram mentais, mas os seus modelos iniciais eram. E estes modelos iniciais geravam as suas hipóteses de trabalho.

Harvey tem um raciocínio teleológico prático e minimalista: qualquer coisa que exista tem que servir para um objetivo prático, de preferência, para um objetivo simples e não tão elaborado quanto os médicos e filósofos anteriores consideravam.

A experimentação em Harvey é uma intervenção para avaliar fatos visíveis a olho nu, visando avaliar o fluxo de sangue de um ponto de vista realista e funcional como algo universal e, secundariamente, como algo clínico e potencialmente terapêutico. Sua visão não é a de um médico que procure curar, mas a de um médico que precisa verificar e avaliar o seu objeto de trabalho, o corpo humano e, por extensão, o corpo animal para entendê-lo melhor.

Os seus resultados e as suas conclusões possibilitariam aos médicos uma nova maneira de clinicar, além de outros métodos de trabalho e de análise clínica e experimental, além de toda uma nova teoria. É necessário fazer uma interferência experimental direta, observável e repetível. Desse modo, poderíamos ir além do que era meramente observado e chegarmos a uma realidade mais profunda, além da observável. Demonstrar a circulação não foi algo fácil. Harvey o faz de maneira que deixa claro a existência de um fenômeno natural, não um fenômeno artificial. Não é de espantar que a circulação tenha demorado a ser descoberta.

As suas análises eram diretas, por observação e dedução direta, uma análise sensorial por intervenção, com racionalização posterior. É provável que Harvey já imaginasse o sangue fluindo pelo corpo, ao menos parcialmente, devido à ação das artérias e do coração como observada nas suas análises preliminares. Apenas, posteriormente, foi possível chegar à conclusão de haver uma circulação completa pelo corpo a partir do bombeamento cardíaco-arterial devido às análises seriadas e graduais. Esse bombeamento seria originalmente por abertura e fechamento dos ventrículos com abertura e fechamento parcial das artérias, tudo facilitado pelas valvas para haver um fluxo unidirecional. As análises das valvas eram anteriores a Harvey, mas ele reforçou as suas análises de forma estrutural e, principalmente, funcional. A sua visão inicial, metafísica (e mental) do coração como um sol ou soberano, pode ter sido menos parcialmente priorística.

Quanto ao aspecto de fazer, Harvey parece mais baconiano, mas parece se alinhar parcialmente às ideias propostas posteriormente por Popper e Lakatos. Harvey era indutivista, mas, se observarmos em várias partes de seus escritos que foi menos indutivista do que ele mesmo procurava demonstrar; ele observava os fatos e a maioria das suas conclusões provinha dos fatos, mas nem todas a partir das análises preliminares. Ele sintetizou um novo modelo para o funcionamento do sistema circulatório. Há aqui uma brecha devido ao seu vitalismo, que, eventualmente, nem faz notar, e à sua metafísica inicial, que ressurge em algumas de suas conclusões.

Harvey fazia estudos práticos, cirúrgicos (a “espada” de Cunningham), e foi uma pessoa culta que procurou tornar esses estudos em algo “meta-físico” no final, o que o tornou uma “caneta”, segundo Cunningham. Melhor do que isto: ele não era nem caneta, nem espada, mas um cientista – i.é, ambos, de certa forma, mas mais ligado à espada. A sua parte experimental era mais forte e permitiu uma revolução na Fisiologia e na Biologia, tornando-as experimentais.

A visão de Harvey quanto às funções animais é eminentemente teleológica, com inferência superior nas partes e nas funções animais. A observação experimental serviria para avaliar as funções orgânicas animais de fato, onde a teleologia sobrenatural responderia a algum desígnio e a uma interferência maiores. Harvey define a centralização cardíaca da circulação e afirma que o cérebro é apenas um órgão receptor de sangue, não seu propulsor. Suas análises comparativas permitiram verificar diferentes tipos de circulação, dos modos mais simples aos mais complexos, permitindo avaliar adequadamente a circulação.

A preocupação de Harvey era avaliar os aspectos gerais e universais da circulação, desde o feto até a fase adulta, considerando os aspectos comparativos para tal. As implicações clínicas e terapêuticas provinham de aspectos específicos da avaliação da circulação e da teoria consequente e, portanto, não foram analisados especificamente. Harvey demonstrou que o fluxo de sangue é unidirecional. Esse fluxo inicia-se com a propulsão deste fluido pelos ventrículos, que originam uma pressão sobre a massa de sangue. Essa pressão faz com que o sangue corra pelas artérias (portanto, as valvas são desnecessárias nesses vasos) e retornam, com pouca pressão, pelas veias (que, portanto, apresentam valvas). Tanto a volumetria quanto a velocidade do preenchimento demonstram que há um fluxo contínuo de sangue, sem a necessidade de sua reposição constante e imediata da alimentação.

Eventualmente, Harvey explica uma possível composição do sangue de forma mais alquímica, sem detalhamento. Ele apenas exemplifica a importância da movimentação do sangue.

Para Harvey, a formulação de uma hipótese deve seguir-se à observação, chave do Método Científico. E, para a validade dessa hipótese, seriam necessários experimentos diretos e repetitivos. Ele aceitava diversas ideias e raciocínios de Aristóteles, tais como teleologia, vitalismo, um programa de Anatomia Comparada, analogias e a lógica dedutiva, com um método hipotético-dedutivo. Harvey era um experimentador indutivo, em primeira instância, e, logo a seguir, racionalista; sua metodologia era moderna para a época, adequando-se ao que era apregoado para uma visão moderna. Mas Harvey era um realista e não lidava com *Gedankenexperimente*, a não ser como um modo para levantar hipóteses e modelos. Seu modo de trabalho era o de lidar com os fatos e não com elaborações mentais, as quais se ligavam, principalmente, ao levantamento de hipóteses e a modos práticos de trabalho, e não a realizações teóricas hipotéticas. Ele imaginava, observava e experimentava; suas observações poderiam ser categorizadas como exploratórias para intervenções posteriores ou analíticas

para que ele pudesse fazer uma síntese posterior que fosse demonstrável e congruente com os experimentos e com a modelagem global resultante.

Harvey foi o último e um dos maiores anatomistas da velha escola de Anatomia. Ele foi um inovador no sentido de redirecionar a Anatomia, terminando por formar as bases para a Fisiologia Experimental. Realizava também experimentos em desenvolvimento animal do mesmo modo que nesta sua Anatomia, de cunho experimental, intervencionista e indutivista. Aliás, o estudo em desenvolvimento animal também fazia parte da velha Anatomia. Haller também era um experimentador indutivo com metodologia moderna – aliás, nesse ponto, foi mais indutivo e mais moderno - e realista. Ele também desconsiderava os *Gedankenexperimente*. De certa forma, Haller também fora da velha Escola, mas já se afastara dela. Ele se importava mais com os resultados dos seus experimentos, mas também levantava teorias relacionadas diretamente às suas conclusões. Seu empirismo e sua sinceridade também foram fortes. As elucubrações de ambos prendiam-se ao seu empirismo e não às reflexões puramente filosóficas; ambos foram pragmáticos.

Harvey, na hierarquização e na dialética, foi fortemente influenciado pelos gregos e suas teorias. Os quatro elementos e a energia fluíam na natureza e no organismo animal. Essa Filosofia Natural relacionada aos humores e elementos deriva-se da antiga Filosofia Médica grega. O modo harveyano de análise anatômica e funcional foi tipicamente ocidental. Harvey utilizou ideias antigas, mas mudou definitivamente o modo de considerar a circulação, e foi isso que permitiu o maior desenvolvimento anatômico-funcional e, posteriormente, a Fisiologia Experimental no Ocidente. Esse desenvolvimento permitiu um avanço considerável na Medicina, no Ocidente, e para o funcionamento dos organismos vivos, originando uma medicina completamente diferenciada da Oriental.

Haller também foi, primariamente, um experimentador indutivista e, secundariamente, um racionalista, sendo extremamente moderno. Também não lidava com *Gedankenexperimente* no sentido literal, mas como um modo de criar hipóteses experimentais. Ele só lidava com fatos; as elaborações mentais seriam secundárias – i.é, derivadas -, com hipóteses e elaboração de modos práticos de trabalho, a princípio, sem realizações teóricas maiores.

Embora o seu modo de trabalho seja principalmente baconiano, mas sem tantos experimentos cruciais como em Harvey, Haller também considera os experimentos em um programa de pesquisas de forma positiva para substituir as teorias e as experimentações que não

vingavam, o que lembra Lakatos. Mas foi mais indutivista que Harvey. Haller não parece ter sido tão popperiano, mesmo que, eventualmente, seja metafísico, principalmente no sentido de realismo. Ele também é um vitalista, que abre uma brecha para outros sentidos para o termo *metafísica*. Haller avaliava os aspectos gerais e universais da sensibilidade e da irritabilidade dos seres vivos ao reagirem ao meio externo, e a capacidade do coração trabalhar no sentido da inicialização do batimento cardíaco, principalmente – e, indiretamente, do que são seres vivos – e considerava os aspectos comparativos para tal.

Para Haller, a formulação de uma hipótese deve seguir-se à observação, com experimentos posteriores que levavam a conclusões mais fechadas. A validade das hipóteses, novamente, requer experimentos diretos e repetitivos, em um programa de Fisiologia Comparada. Ele se ateve à “massa de evidências derivadas de vivisseções”, como Harvey já havia feito. Raciocinava ainda sobre os fatos experimentais, ponderando-os. As suas experimentações modelavam o seu raciocínio, que, por sua vez, remodelavam os seus experimentos, aprofundando-os. Ele procurou tornar visíveis os fatos que ficariam invisíveis ao senso comum; é a intervenção experimental que permite que fenômenos e fatos se tornem visíveis. Ele procurava avaliar os fatos que se revelavam como parte de um fenômeno natural, não algo artificial. Mas os seus métodos de análise tinham que ser artificiais para demonstrá-los conclusivamente. Novamente não há espaço para hipóteses *ad hoc*; tudo tem que ser devida e cuidadosamente avaliado. Mesmo se reavaliarmos as teorias anteriores, veremos que Haller produziu as suas, com consciência, clareza e habilidade. Ele também foi um cético com relação à falta de provas.

Haller não utilizou os silogismos aristotélicos como Harvey, mas experimentos específicos destinados a questões funcionais e anatômico-funcionais. Se ele utilizou o sistema de causas de Aristóteles, então, há uma causa material que também corresponde às causas formal e final, que se confundem. Mas este uso não está claramente aparente no seu trabalho.

Haller conceituou claramente o que seria para ele sensibilidade e irritabilidade, um modo tipicamente filosófico de trabalhar, assim como eminentemente científico para o Método Científico atual. A partir disso, ele identifica, experimentalmente, as partes corpóreas que possuem estas propriedades. As suas análises também eram diretas, por observação (como experimentação passível de visualização) e dedução direta, uma análise sensorial por intervenção com racionalização posterior. As suas análises anatômico-funcionais, já no sentido fisiológico experimental, eram realizadas uma por uma, demonstrando e discutindo

cada aspecto de experimento. Realmente ele lida individualmente com o experimento – i.é, com cada elemento de uma experimentação -, de forma consciente, para não errar. Mas é apenas um experimento entre outros.

Para Haller, não havia conflito entre as suas experimentações anatômicas e as fisiológicas: ele lidava com ambas as disciplinas de forma complementar, embora com ênfase teórica e experimental no funcionamento do organismo, na fisiologia. Deste modo, ele tinha algo de um anatomista da velha escola, mas era ainda mais fortemente um fisiologista experimental e extremamente cuidadoso, como um fisiologista experimental deveria ser. A análise funcional necessita de certos tipos de cuidados diferenciados daqueles que são puramente anatômicos, o que insere Haller ainda mais na Fisiologia Experimental. A questão da sensibilidade e da irritabilidade demonstra bem este tipo de cuidado; os experimentos têm que ser benfeitos, ou não mostrarão nada: no máximo, seriam inconclusivos; no mínimo, permitiriam resultados que levariam a teorias totalmente erradas. Haller demonstra a necessidade de possuímos sensibilidade, talento e persistência para realizar os experimentos fisiológicos e de forma benfeita, assim como Harvey.

Haller deixa claro os seus conceitos de irritabilidade e de sensibilidade, assim como o seu funcionamento – e tudo o que ele fez. Haller também faz remeter ao método filosófico de trabalho: conceituação clara e objetiva, e o modo de análise, com a possibilidade posterior de síntese em uma teoria biológica, por exemplo. A sua metodologia científica está baseada tanto na experimentação quanto no indutivismo-dedutivismo-hipotético e no Método Filosófico de análise, assim como Harvey. E é este trio que embasa todo o Método Científico atual. Dessa forma, o Método filosófico tornou-se uma base racional para a criação da Metodologia Científica e, por extensão, do método de análise e dos raciocínios científico e experimental.

Se a experimentação não levar a uma resposta conclusiva, podemos realizar outras com hipóteses inversas. Haller trabalha com o pensamento paralelo – e não com o pensamento linear típico para o raciocínio científico pós-Revolução. Há a necessidade “científica” de relacionar causa e efeito, o que remete ao raciocínio linear de Ciência, mas, em Haller, há modos paralelos de raciocínio para demonstrar esta mesma relação. Sem a separação do problema em partes menores, que permite a experimentação, não é possível realmente conhecer o real. Mas o mundo real é mais complexo do que a linearidade permite demonstrar. Alternativas para este problema têm que existir, ou terão que ser criadas. Os raciocínios complexo e paralelo, por exemplo, permitem um aprofundamento sem maiores tropeços, como nos casos de Harvey

e Haller. Um ambiente com discussões em níveis cognitivos e científicos múltiplos, com lógica, criatividade, práticas e experimentação pode ser uma solução. Haller foi inteligente ao utilizar o raciocínio paralelo para procurar demonstrar as suas hipóteses. Procurar pelas causas é mais complexo do que uma análise linear, sem criatividade ou raciocínio múltiplo e lógico.

Haller demonstra que há mudanças paradigmáticas com a nova Fisiologia Experimental, que há acúmulo de conhecimento e um aprofundamento do conhecimento sobre o funcionamento do corpo.

Spallanzani utilizou ideias filosófico-científicas para considerar a unidade de um corpo vivo multicelular, o modelo helmontiano baseado na ideia de agrupamentos de *archei* vitais governando o corpo. A sua análise microscópica e as suas conclusões fizeram modificar toda a visão anterior da composição e do funcionamento das partes subvisíveis do corpo vivente. Não podemos mais falar de matéria homogênea ou heterogênea, como em Aristóteles. Nele, a *maquina animada* era mais do que uma máquina, um mero mecanismo. A mecânica e a química não davam conta da sua complexidade. Por isso, a vida tinha que provir da vida, de um feto pré-concebido, onde deveria agir um agente catalisador para o seu desenvolvimento.

Os conceitos aristotélicos de *Qualidade, Quantidade, Relação, Lugar, Tempo, Posição, Ação, e Paixão* foram essenciais para Harvey. Os de *Substância, Qualidade, Relação, Lugar, Estado, Ação e Paixão* estão presentes em Haller. *Substância, Qualidade, Relação, Ação e Paixão* estão presentes em Spallanzani; portanto, percebemos a influência aristotélica nas análises dos três autores que avaliamos.

A experimentação também pode ser uma faca de dois gumes. Ela tem que ser bem delineada para o objetivo que o pesquisador tem em mente, mas diversos tipos de experimentação podem ser necessários para obtermos um modelo adequado e este se tornar uma teoria. Eventualmente, apenas observações podem ser necessárias, e não experimentos complexos. Um detalhe crucial pode ser perdido devido a algum aspecto da manipulação experimental. Harvey e Haller salientaram o perigo de um tipo unilateral de experimentação quando não há antecedentes experimentais para aquela teoria específica. Eventualmente, necessitamos de *hipóteses reversas* para conseguirmos realizar análises experimentais ou para que elas demonstrem claramente algum fato ou fenômeno.

A mudança da visão racionalista e protomecânica para uma visão mais mecanicista, experimental e indutivista foi importante para a translação da Fisiologia Ferneliana para a

Fisiologia Experimental. Ela foi influenciada por mudanças ocorridas em diversas outras áreas e na cultura e, por sua vez, também influenciou o desenvolvimento de uma mentalidade mais objetiva devido à necessidade de montar experimentos e aparatos necessários para a sua realização, o que levou à Revolução Científica. Desse modo, o pensamento objetivo na Fisiologia precedeu a aplicação de uma visão mais profundamente mecânica. Já havia precedentes anteriores que levaram a este caminho. A protomecânica e o objetivismo levaram à Fisiologia Experimental.

Harvey e Haller demonstram haver relações funcionais internas ao corpo com base em Física, e não apenas nos aspectos morfofuncionais, outro passo para a Fisiologia Experimental. Há um afastamento paulatino de uma visão metafísica transcendental, recaindo tanto para a mecânica quanto para uma metafísica especial. Spallanzani, de certa forma, reúne ambas as metafísicas, mas procura enfatizar a especial, demonstrando o que ocorre.

A vivisseção desempenhou um papel importantíssimo na criação da Fisiologia Experimental. A dissecação pura só permite conjecturas sobre a funcionalidade dos corpos, mas já é um primeiro passo para isto. Uma nova postura foi necessária para nos atermos ao que realmente ocorre na natureza, no mundo real. O funcionamento do organismo vivo é muito mais complexo do que os mecanismos criados até então. Recorrer a mecanismos, mesmo que sejam simples, mas que permitam originar algum tipo de modelagem mecânica funcional, já é um grande passo para uma sofisticação e um aprofundamento posteriores.

Realizar pura e simplesmente uma dissecação ou vivisseção não é o suficiente. É necessária uma ideia do que está sendo feito, assim como um objetivo específico. Utilizar um indutivismo ingênuo em Fisiologia, sem hipóteses nem objetivos, normalmente não leva a nenhum lugar – salvo em certas situações onde não há nenhuma ideia do que realmente lhe seja subjacente. E ficar por demais ligado a uma teoria ou hipótese anterior à experimentação pode levar a erros e gerar hipóteses *ad hoc*, pois não há como enxergar hipóteses alternativas. A experimentação sistemática reduziu os erros oriundos de teorias, hipóteses ou práticas errôneas, mas por si só ela não leva ao conhecimento mais profundo das coisas.

Podemos até considerar os experimentos apriorísticos, mas apenas como uma análise anterior e preliminar à experimentação propriamente dita e não para substituímos a experiência do senso comum ou tampouco a própria experimentação.

As teorias são muito complexas para conseguirmos definir as suas consequências, principalmente nos seres vivos, em que a complexidade por si só é grande. Os modelos são simplificações lógicas e/ou matematicamente tratáveis (ou ao menos tentam sê-lo), principalmente ao delinear um modelo físico ou químico para os aspectos fenomenológicos e factuais. Tais modelos são representações aproximadas do mundo real, que as nossas mentes necessitam para entendê-lo. Eles devem ser operacionais e funcionais. Se os fenômenos forem reais, nós poderemos observá-los – o que é bem patente em Harvey e Haller. Se as teorias forem verdadeiras, elas objetivam a verdade. Então, tanto Harvey quanto Haller e Spallanzani a procuravam. Mas Spallanzani teorizou mais na sua procura pela verdade. Os modelos, ao intermediarem os fenômenos e as teorias, desviam alguns aspectos dos fenômenos reais e os conectam, de alguma forma, por simplificação relacional, matemática ou logicamente, das estruturas funcionais para as teorias que supostamente governam os fenômenos. Esse aspecto é típico para Harvey e Haller, que, como cientistas, procuravam simplificar e relacionar os fenômenos que avaliavam descartando, deste modo, o transcendentalismo (que em Harvey assume eventualmente um caráter teórico). Nesse quadro, os fenômenos são reais e as teorias objetivam a verdade e, frequentemente, chegam muito próximo a ela.

As relações e os fenômenos podem servir como base para o antirrealismo: os modelos não são deduzíveis da teoria onde se inserem, mas modelos mutuamente exclusivos – e simultâneos – podem ser utilizados dentro de uma mesma teoria. Esses modelos seriam as únicas representações formais das leis fenomenológicas, que pensamos serem verdadeiras, mesmo quando não são mutuamente consistentes. E nem sempre há razões para pensarmos que uma delas seja globalmente melhor do que outra, embora procuremos por uma única teoria que englobe tudo. Harvey, Haller e Spallanzani procuravam por uma teoria funcional única, una e experimentalmente baseada, como Galeno já havia tentado fazer. A teoria de Spallanzani sobre a organização do ser multicelular não se mostrou consistente: todos os seres vivos, excluindo os vírus – então desconhecidos – são celulosos, mas isto não significa que os organismos unicelulares sejam a pedra fundamental da vida e dos seres multicelulares. Na realidade, esta pedra fundamental é a célula, não o ser unicelular inteiro. Mas a proposta de Spallanzani faz sentido: esses seres microscópicos são celulosos, independentes e apresentam todas as características essenciais dos seres vivos. Assim, os modelos podem ser robustos quando há mudanças de teoria, quando permanecem mesmo quando a teoria cai. A sensibilidade e a irritabilidade são específicas, ao contrário de outros modelos

contemporâneos a Haller; o *pneuma* foi mantido por muito tempo, apesar das inconsistências dos modelos e apesar do conhecimento das valvas pelos anatomistas dos diferentes períodos. Desse modo, eles criaram paradoxos teóricos e práticos que foram questionados por diversos cientistas e filósofos até as descobertas experimentais mostrarem o que estava ocorrendo. Assim os modelos inconsistentes entre si caem quando uma teoria melhor e mais ampla as substitui. As teorias inconsistentes levam a discussões sobre o seu realismo, permitindo deste modo um aprofundamento da teoria e uma maior abrangência.

A simplificação dos modelos leva à teoria devido à conexão gradual das leis do fenômeno. É a verdade gerada por tais modelagens e teorias que procuramos.

Os modelos fisiológicos baseados no mecanicismo e na lógica hipotético-indutivista-dedutivista foram bem-sucedidos. A teoria conseqüente terminou por unificar uma disciplina ou mes-mo uma área e permitiu criar a nova disciplina de Fisiologia Experimental. Há diferentes níveis de teoria, com diferentes níveis hierárquicos de abrangência (categorias mais amplas, ou genéricas, e menores, ou mais específicas). Todas elas devem apresentar uma consistência interna. Uma teoria muito abrangente só se torna robusta por sua generalidade, mas a sua inconsistência interna pode levá-la à ruína, necessitando de uma revisão ou mudança completa de teoria. As hipóteses imagéticas também são robustas por sua abrangência, mas quando estão presentes em teorias simultâneas conflitantes, elas apenas iluminaram o caminho a ser percorrido, sem apresentar maiores detalhamentos. Harvey, Haller e Spallanzani procuraram por explicações mais específicas (Harvey) ou mais gerais (Haller e Spallanzani).

Para explicar os fenômenos que descobrem na natureza, os cientistas os criam ou os tornam aparentes para se tornarem a peça central da teoria. Harvey analisou e demonstrou a circulação de modo a salientar os seus aspectos naturais. Haller fez o mesmo com a irritabilidade e com a sensibilidade. Spallanzani provocou a fecundação artificial. Não tem nada a ver com salvar as aparências ou os fenômenos; no caso de Spallanzani, o que interferiu foi a sua conceituação de fecundação e de embrião. A teoria forneceria um formalismo para embutir os fenômenos em uma ordem coerente; a teoria que está além dos fatos e dos fenômenos não indicaria como chegar à realidade. É a experimentação que o faz. Os fenômenos seriam descobertos pelos pesquisadores, mas é a criação ou a exposição destes fenômenos que leva ao realismo científico. De certa forma, Haller e Spallanzani os criaram, mas Harvey apenas os fez perceber fazendo com que aparecessem – e, em alguns casos, também os criou. Haller conseguiu desmontar a especificidade tecidual da irritabilidade

expondo-a, não a criando, ou forçando-a para que a percebamos. No caso de Spallanzani, a teoria influenciou fortemente os resultados das suas análises que se mostraram reais.

Haller, Harvey e Spallanzani tiveram que criar as “chaves” que serviriam para “abrir” os fenômenos. Apenas as reações ou fenômenos naturais apareceram; as chaves abrem os fatos e fenômenos para os quais são feitos. Os fenômenos já existiam no mundo real, e foram apenas demonstrados para serem devidamente percebidos sensorial e mentalmente.

A experimentação nos leva aos efeitos esperados, ou não, o que nos faz lembrar os experimentos cruciais. Os efeitos inesperados para a teoria nos levam a novos experimentos baseados nestes efeitos, o que leva a novas deduções, a partir de uma nova teoria, uma teoria tentativa, onde o novo fenômeno foi experimentado. Anteriormente, não havia sido tentado criar este novo fenômeno sem uma teoria por detrás. Este modo foi o de Haller e de Harvey. Porém a teoria da circulação foi, aparentemente, elaborada enquanto os experimentos eram realizados sob a hipótese do sangue circular, como a teoria atual considera. Manter a hipótese levaria à teoria – e, assim, o efeito levaria ao fenômeno da circulação. O efeito, a circulação, não existia na natureza até a experimentação – ou melhor, não era evidente na natureza até a experimentação realizada por Harvey. As teorias sobre irritabilidade e sensibilidade eram anteriores a Haller, mas foi ele quem propôs um delineamento experimental bem articulado, baseado nos conceitos de irritabilidade e sensibilidade e no seu conceito próprio de Fisiologia, propondo, deste modo, uma teoria mais plausível.

Observamos, pela prática experimental dos autores, que no Método Experimental, seguindo o Método Científico, temos que criar hipóteses, avaliar experimentalmente cada uma delas, incluindo as hipóteses alternativas, até encontrarmos a melhor resposta possível – preferencialmente apenas uma. Podem ser necessárias sequências experimentais visando a respostas parciais que direcionem os experimentos posteriores; são os experimentos cruciais de Francis Bacon. De qualquer modo, temos que realizar experimentações, racionalizá-las, rever a veracidade das nossas conclusões, criar modelos e representar. A teoria é o último passo.

Criar, produzir ou demonstrar fenômenos biológicos não é fácil. Delinear e montar aparatos funcionais, observar, registrar os dados, verificar o que está distorcido, errado, estranho ou instrutivo é algo complexo no ser vivo.

É necessária a habilidade de saber quando o experimento funciona, o que inclui sentir bem como o artifício experimental funciona para saber avaliá-lo corretamente. Um equipamento sofisticado é bom, mas não ensina nada sobre experimentação, mas conhecer melhor o equipamento faz parte da experimentação. Harvey e Haller sabiam o que estavam fazendo: eles criaram os seus próprios experimentos e/ou recriaram os antigos experimentos para avaliar as suas hipóteses; Spallanzani tinha conhecimento do funcionamento básico de um microscópio óptico que possibilitou criar hipóteses sobre a existência de seres vivos microscópicos, mas o mais importante para que ele criasse hipóteses e teorias foi o comportamento dos seres estudados sob o microscópio. A grandiosidade destes cientistas residia nesta habilidade de conhecer o experimento e de avaliá-lo corretamente. Os seus métodos também eram inovadores, tendo sido criados de forma consciente e direcionada aos seus objetivos específicos.

Não podemos concordar inteiramente com a posição de Hacking (2008) de que experimentos repetíveis criariam um pseudoproblema filosófico, visto que experimentos variados convencem mais do que a repetição do mesmo problema, pois ninguém realmente repete um experimento. As repetições sérias de um experimento seriam tentativas de fazer melhor a mesma coisa, uma versão mais estável e com menos ruído do fenômeno. Esta repetição pode envolver diferentes tipos de equipamentos. Essa posição lembra um pouco aquela de Haller. Mas as repetições efetivamente permitem verificar se há algum problema ocorrendo no experimento e nos seus resultados; podemos até melhorá-los, mas são as repetições que nos levam a acreditar que o evento seja verdadeiro devido à sua regularidade. Os erros podem ser descartados devido ao número e à ponderação dos resultados. É claro que um experimentador consciente e talentoso pode perceber e descartar os erros. Haller também considerou este aspecto, com poucos experimentos em alguns casos e extrema confiança no seu talento, mas em muitos casos, ele ressaltou a necessidade de repetição dos experimentos, mesmo considerando que nunca repetimos realmente o mesmo experimento: apenas o melhoramos. Surge, então, um aspecto importante: temos que lidar com cada experimento individualmente, com consciência, e não como mero fazer. Harvey acreditava nas repetições experimentais – isto é, na repetibilidade e na demonstrabilidade como efetividade e realidade. Ambos confiavam na variabilidade experimental gerada pelas análises comparativas. Tanto a variabilidade quanto a repetibilidade são importantes para a credibilidade dos experimentos. Quem é talentoso consegue fazer experimentos com bons resultados.

Para Hacking (2008), as experimentações, ou experimentos repetidos, só são importantes quando necessitamos fazer mensurações precisas, como uma constante da natureza, o que não é o caso aqui. Porém os seres vivos são complexos, sendo necessário repetições para obtermos bons resultados – mesmo que tenhamos que descartar os experimentos não efetivos (o que também pode induzir a erros). Dessa forma, podemos obter resultados mais precisos e confiáveis devido à eliminação dos erros sistemáticos. A observação única exigiria um talento extraordinário e, mesmo assim, pode levar a algum erro, além de não demonstrar a variabilidade existente para o fator analisado.

A variabilidade originada da análise comparativa diminui o erro, pois, de alguma forma, é uma replicação experimental, mesmo que diferenciada. Além disso, o uso de modelos mais simples permite avaliar o que ocorre nos seres mais complexos. Esse foi o caso de Harvey, que utilizou inclusive peixes, o que permitiu a modelagem final da circulação; e a análise microscópica de Spallanzani, que permitiu a avaliação de uma “unidade atômica” para os seres vivos, e da reprodução em anfíbios. Todos eles procuravam por uma universalização dos seus fenômenos, mas os melhores modelos são aqueles que conseguimos manusear adequadamente e da forma mais simples possível.

Está claro que a mensuração, no sentido numérico, não foi essencial para o início da Fisiologia Experimental. A posição de Fumerton (2014) sobre marcadores de lugar deixa bem claro que é possível uma mensuração sem matemática. É mais uma questão de lógica e probabilidade. A mensuração representa mais uma posição filosófica, uma procura por neutralidade, e, eventualmente, um reforço relacional, como aconteceu com Harvey. Nos casos observados, a estatística parece ser mais útil, em geral, mesmo não tendo sido utilizada nesse início da Fisiologia Experimental. A mensuração pode ser um instrumento para teorização, ou uma avaliação numérica do real, ou ambos. Harvey, realmente, mensurou parte do sangue circundante para avaliar a sua hipótese e fechar a sua teoria, um toque final para fechá-la experimentalmente. Haller e Spallanzani não mensuravam, apenas avaliavam. Para Haller, a quantidade de análises poderia permitir uma análise estatística, mas consideraram mais importante a análise repetível do que a análise numérica.

Galileu já havia utilizado a aritmética (médias), levando-a para a Ciência. Gauss utilizou uma teoria dos erros em 1807, utilizada rapidamente pelos astrônomos. Então, já havia um raciocínio matemático latente, embora não utilizado na Biologia Experimental de então. Uma segunda Revolução Científica ocorreu com a matematização da Física por volta de 1850. Mas

a Fisiologia com cunho experimental tornou-se realmente matemática muito posteriormente; portanto, a matematicidade da Ciência é tardia e não a define. Podemos iniciar com poucos efeitos qualitativos, e, com isso, provocar revoluções, mas sem maiores mensurações, a Ciência não apresentará nuances ou avanços posteriores. As análises funcionais iniciais que geraram a Fisiologia Experimental eram mais qualitativas, pois visavam a demarcações e conceituações funcionais e experimentais. As análises lógicas foram as mais importantes, delimitando a Ciência. A forma atual de Ciência se deve principalmente à lógica subjacente à experimentação, assim como à própria experimentação. A análise numérica só foi importante ao permitir uma consistência interna das teorias apresentadas. E julgamos que isso seja o mais importante. Eventualmente, em outras áreas, as análises numéricas poderiam indicar melhor o caminho a ser adotado, sendo esta uma questão que deve ser devidamente analisada.

Mesmo com as descrições dos experimentos, erros experimentais ocorrem – e muitas vezes esses erros não são entendidos. Mas podem ser eliminados por ensaio e erro. Assim, a repetibilidade é de extrema importância. E a Ciência Moderna depende dessa repetibilidade, assim como a análise matemática, ou estatística.

O matematismo de maior impacto inicial na Ciência Experimental, fora a proposição lógica, foi a geometrização do corpo e das suas funções, por influência de Galeno. Foi um modo instrumental de raciocinar para chegar à verdade sem a necessidade de realizar discussões meramente especulativas. A geometrização possibilitou que Harvey fechasse a movimentação do sangue através do corpo, que Haller relacionasse espacial e experimentalmente a irritabilidade e a sensibilidade, e Spalanzanii delineasse a geração dos seres vivos e imaginasse a origem, a fecundação e o desenvolvimento inicial dos seres vivos, com uma visão espacial.

Para serem realizados experimentos excepcionais, eles teriam que ser extraordinariamente acurados e o cientista teria que apresentar uma técnica brilhante, ser um gênio para conceber uma boa ideia experimental e o talento para fazê-la funcionar. Frequentemente, o gênio tem várias concepções experimentais, como bem demonstraram Harvey e Haller. Observando ambos, fica claro que “experimentos acurados” não significa necessariamente “mensuração” – não no sentido de quantificação, mas no de qualificação. Há sim a necessidade de termos boas ideias e de relacionarmos os resultados em uma teoria. Esta acurácia deve permitir que o fenômeno seja manuseável em termos teóricos e experimentais.

As ideias têm que surgir do experimentador – e este é um dos fatores que mostram um bom cientista. Os experimentadores não devem ficar sentados esperando que lhes digam o que testar, confirmar ou refutar. Eles podem até confirmar teorias, mas a motivação primária não é esta, mas talvez confirmar as especulações relacionadas a algum efeito específico para uma entidade ou fenômeno. A teoria de Harvey sobre a circulação surgiu desta maneira, assim como a multicelularidade e a geração em Spallanzani ou a irritabilidade em Haller. O vitalismo dos três foi um fator extremamente importante para a geração das ideias experimentais. Enquanto que o vitalismo em Harvey e em Haller era mais mecânico, o de Spallanzani está mais próximo do campo dos fenômenos ligados ao naturalismo animista e do conceito formal de vitalismo, ligado à Escola de Montpellier – isto é, um impulso vital de natureza imaterial. Podemos questionar, então, a cientificidade e a validação do conhecimento na teoria e na experimentação de Spallanzani. Porém ele está no Séc. XVIII, um período histórico de críticas ao mecanicismo, muito além da reprodução e da embriologia.

Observamos que não há apenas uma linha de pensamento mecanicista. Algumas destas linhas consideravam uma dinâmica regulada por leis matemáticas e naturais; a crítica se deveria principalmente ao mecanismo cartesiano. Vemos novamente aqui um confronto entre o Cartesianismo e a Biologia, assim como entre o Reduccionismo e a Complexidade, sendo essa uma característica dos seres vivos. O Cartesianismo não parece ser muito aplicável à Biologia, salvo em situações muito específicas. O cartesianismo teve alguma importância apenas na Fisiologia Experimental de Haller ao respaldar o seu dualismo entre irritabilidade e não irritabilidade, e entre alma e percepção, caracterizados na autoconsciência. Esse mesmo cartesianismo está presente, com muitas críticas negativas, na Fisiologia Moderna. O cartesianismo também está presente na metafísica transcendental das considerações hallerianas: o conhecimento provém de Deus, apresentando uma visão arbitrária do mundo. Há uma brecha ontológica entre percepção e realidade. E esta brecha também é funcional e necessária: a realidade está além da nossa percepção comum; a Ciência a procura mais profundamente. A Filosofia influenciou Haller mais profundamente do que ele presumia; presumimos que a sua atitude fosse uma reação contra os excessos no seu uso entre os cientistas e no passado da Ciência, notadamente entre os gregos.

O ser vivente já não era mais visto como um relógio complicado, mas algo extremamente dinâmico e mais diverso do que pensávamos. Não há mais um relojoeiro cego que monta as máquinas vivas. Termos como *alma*, *faculdades* e *fisiologia* foram reconceituados. Estes

conceitos já não seriam explicáveis pelo modo que acreditamos que estas leis funcionem, ou que, alternativamente, tenham que ser explicadas por leis ainda desconhecidas. É evidente que os seres vivos têm que ser avaliados de outra forma, com um pensamento complexo, nem animista e nem mecanicista no sentido restrito. É fácil cair em um vitalismo que descarte o mecanicismo. Porém um vitalismo que o inclua, como em Haller e Harvey, é mais crível e próximo à realidade. Desta forma, chegamos a um vitalismo como propriedade emergente; haveria no vitalismo uma força vital, ou *especial*, capaz de manter mais coesa a relação entre fixidez e mudança nos seres vivos. Acreditamos que esta força vital possa ser substituída pelo conceito de *propriedade emergente* ou pelo de *potencial genético-fisiológico*, conforme o contexto. O *potencial genético-fisiológico* refletiria a plasticidade e o potencial de reorganização morfo-funcional centrada nos genes; já a propriedade emergente reflete uma propriedade diferenciada e não esperada a partir de outros fenômenos ou fatos já conhecidos. É fácil cair em um vitalismo transcendental, enquanto que os fenômenos apresentariam, na realidade, uma propriedade emergente ou um potencial genético-fisiológico. A metafísica especial, originada em Aristóteles e revista por Hacking (2008), torna-se essencial para o questionamento e para a análise experimental.

A experimentação é a continuação da teoria por outros meios, ou leva à criação de uma teoria. Acreditamos em um caminho de mão dupla: a experimentação gera a teoria, que, por sua vez, gera mais experimentação, um movimento em espiral, que permite o aprofundamento disciplinar e a geração de novas teorias e disciplinas.

Baseamos a análise de uma entidade ou de um fenômeno de algum tipo devido a alguma característica específica que possua e fazemos uma determinação experimental para determinar algum vazio na teoria. Harvey e Haller demonstraram as suas teorias de diversas maneiras, complementando-se umas às outras e, vez por outra, complementando as demonstrações de outros. Por exemplo, a irritabilidade cardíaca, de Haller, faz com que o coração bombeie sangue, como Harvey determinou, sem contar as análises que fizeram para demonstrar as suas hipóteses. Confirmamos ou criamos uma teoria pela experimentação através da análise da característica especulada. Entretanto, a mensuração desta característica pode, ou não, relacionar-se à teoria ou influenciar o seu curso; torna-se um complemento importante quando esta mensuração relaciona-se diretamente à teoria.

O Universo do Real até pode ser representado matematicamente, e, a partir disto, podem surgir outros fatos qualitativos, como ocorreu com Harvey. Mas no início da Fisiologia a

análise qualitativa do Real foi mais importante. O mundo atual é concebido mais quantitativamente do que neste período e serve de base para um antirrealismo, onde uma entidade teórica é equivalente, na prática, à entidade real. O problema é nos livrarmos da entidade teórica e assumirmos a entidade real. Spallanzani lidava com a entidade teórica da pré-formação; as nossas entidades reais são o óvulo, o espermatozoide e a fecundação.

Não fazemos mensurações para testar teorias, mas para elaborá-las e confirmá-las: Harvey avaliou a quantidade de sangue que passaria pelo coração para confirmar a circulação do sangue. E esse foi um teste crucial para ele. Para Haller e Spallanzani, a *mensuração* é a capacidade lógica de raciocinar e pode cair no transcendentalismo quando o mecanicismo e a química não dão conta da realidade.

Bons experimentos demandam novas tecnologias, estimulando muitas resoluções do quebra-cabeça técnico para a realização de experimentos. A lógica e a matematização articulam os detalhes do material desconhecido, assim como o refinam. Isso aumenta a eficiência dos procedimentos de verificação.

Muitos procedimentos são delineados para testarmos teorias, como Harvey, Haller e Spallanzani demonstraram. A instrumentação pode ser desenvolvida especificamente para delinear experimentos convincentes. A Filosofia pode desempenhar um papel importante nos modos operacional, pré- e pós-operacional da experimentação, como foi demonstrado por estes autores.

Experimentar é retirar os véus da natureza para desvendarmos o que está escondido. Ela ensina mais do que a mera observação por permitir o aprofundamento do conhecimento e pela análise do real subjacente ao que é aparente. Derivar o conhecimento a partir dos primeiros princípios, escritos, pode ser escolástico e livresco. Podemos transformar a experimentação em um princípio primeiro, criar conceitos e descobrir verdades mais profundas e hierarquicamente mais baixas. A Ciência pode ser criada de baixo para cima – mas não apenas deste modo. Podemos – e devemos – lançar hipóteses, especular e articular ideias e fatos e avaliar o real, experimentando-o de alguma forma. Para isso, temos que aprender a utilizar estes conceitos, lançar hipóteses, especular e articular bem ideias e fatos, e antes de qualquer tipo ou sistema de testes. Ir além dos fatos não significa deixar de especular ou de criar idéias e experimentos, mas sim, deixar de lado a escolática. Não devemos deixar de especular, assim como não devemos ser influenciados demais pela teoria; devemos criar

teorias por experimentos, por articulações e pela razão. Mas também podemos criar teorias e experimentá-las. Para isto, temos que criar, não utilizar um excesso de teorias já prontas; o que resta é avaliar qual é, ou quais são, a(s) verdadeira(s), ou mais verdadeiras.

Experimentação e Representação são duas faces de uma mesma moeda. É necessária a percepção dos sentidos, principalmente da visão, e a percepção mental. A Representação está fortemente relacionada às percepções mental e sensorial, permitindo uma interface parcial. A Representação alinha-se à demonstração, à percepção sensorial e à imaginação; estes aspectos se complementam e são necessários para o entendimento do mundo real. Não há Ciência apenas com Representação ou apenas com Experimentação. A Razão deve desempenhar uma parte ativa neste processo para harmonizar ambas as percepções e para alavancar o conhecimento e o modo de percebermos o mundo. A Representação deve ser complexa de modo a gerar uma visão mais completa do mundo, não sendo apenas uma frase simples.

Não devemos cair na dicotomia simples entre indutivismo e dedutivismo, mas sim, explorar a natureza, para o bem ou para o mal. Os experimentos podem até ser desanimadores ou nos confundir por não atenderem às nossas expectativas. Um insucesso pode ser instrutivo, mas quando somos bem-sucedidos é mais favorável. A Ciência e o conhecimento também evoluem por refutação: um fenômeno ou evento que não ocorra, ou uma teoria que é derrubada, por exemplo. Harvey demonstra claramente que só podemos realizar deduções a partir de uma teoria já delineada experimentalmente e indutivamente. E as deduções podem demonstrar ou rejeitar aspectos específicos da teoria (talvez, eventualmente, possam até fazer ruir uma teoria e os “fatos comprovados” tenham que ser revistos).

Ciência é coletar fatos e utilizá-los para tecer uma teoria. Esses fatos devem ser digeridos e transformados para elaborar uma substância concreta no tecido do conhecimento. Não se deve depender unicamente da mente ou do material obtido diretamente da natureza e da experimentação ou da sua memorização. Haller e Harvey foram experimentadores que teorizavam, até certo ponto. Spallanzani foi um teórico que experimentava. Teremos, então, entre os cientistas, aqueles que são experimentadores e outros que são especuladores ou relacionadores, e que não se excluem mutuamente: um cientista pode apresentar-se com mais de um desses aspectos. A colaboração entre estes três aspectos enriquece muito a Ciência. A hipertrofia de apenas um destes aspectos, por si só, não é Ciência. É necessário haver alguma entidade teórica ou real, com a qual se possa especular e fazer relações, criar deliberadamente novos fenômenos ou novas respostas para eventos. Para isso, instrumentos mentais e físicos são

necessários para revelarmos o que seja intrinsecamente invisível com o que podemos observar. Só que para isso é necessário haver uma separação entre percepções e inferências delineadas a partir dos experimentos.

Os silogismos foram e podem voltar a ser de extrema importância como método analítico e experimental. A sua importância pode ser comparável à do Método Analítico oriundo da Filosofia e aplicado às ciências. Nos três personagens avaliados, apenas Harvey realmente os utilizou profundamente. Porém, eles devem ser utilizados objetivamente e acoplados ao indutivismo e à experimentação, em um estilo mais próximo ao de Haller.

Os experimentos cruciais, como sinaleiras colocadas nos cruzamentos para indicar o caminho, foram extremamente importantes para Harvey e são potencialmente importantes para as ciências experimentais, notadamente na área biológica, onde as propriedades emergentes tornam a experimentação muito mais complexa. São os experimentos que indicam as direções passíveis de serem percorridas, experimental e teoricamente. Este modo de agir é diferente daquela filosofia da ciência pós-baconiana que criou a imagem de duas teorias – o indutivismo e o dedutivismo – competindo, sendo que uma seria vitoriosa a expensas de outra por ser verdadeira, ou então, uma delas seria descartada. Podemos comparar os experimentos cruciais com uma árvore filogenética que se divide evolutivamente em diversos ramos possíveis baseados em fatos concretos. Os ramos que não vingam são podados evolutivamente, enquanto que os demais continuam evoluindo à medida do possível. Esses cruzamentos permitem uma iluminação do verdadeiro caminho a ser seguido e poderia se tornar uma autoridade. No decurso da interpretação até podemos terminar em um final onde não mais poderemos prosseguir. Este término pode ser um beco sem saída ou uma teoria completa. Ao olharmos para trás percebermos que estes experimentos foram cruciais para a evolução daquela teoria. Se o caminho estiver errado, basta retornar ao cruzamento originador deste caminho errôneo. Assim, podemos refinar a experimentação e obter uma nova hipótese de trabalho. É claro que nem sempre podemos salvar uma hipótese desta forma. Podemos também utilizar hipóteses auxiliares ligadas ao modo de experimentação. Só que tal adição simplesmente pode remendar uma teoria sem levar a lugar algum, criando hipóteses *ad hoc*. A falsificabilidade também é um caminho: as hipóteses podem ser simples e diretamente falsificadas pelo experimento. Portanto, há um continuísmo lógico, mesmo que mudando de paradigma.

Uma comprovação negativa da hipótese original pode realmente levar a uma nova teoria fundamentada nas entidades geradoras das hipóteses experimentais (HACKING, 2008): a

negação do *pneuma* isolado nas artérias levou à circulação do sangue por todo o corpo; nem todos os tecidos são irritáveis, mas os que existem movimentam o organismo; um organismo isolado se movimenta sozinho. Surge, então, uma nova hipótese, não uma hipótese auxiliar.

Um experimento crucial pode pressionar as teorias que não apontam para uma mesma direção. Mas devemos evitar as fantasias que possam envolver os experimentos – o que leva a uma análise histórico-epistemológica dos estudos experimentais em Biologia. E a inferência teórica destes experimentos não deve ser algo rápido, mas calculada, sem afetar o senso de realidade.

Um trabalho de formiga – experimental e laborioso – pode abrir novas áreas de técnicas experimentais, como Harvey, Haller e Spallanzani o fizeram. Um trabalho puramente relacional, análogo à feitura de uma teia de aranha pode levar a um trabalho teórico, com cunho mais geral, e também pode gerar um programa degenerativo. Um prodígio em experimentações, mas fraco em teorias, pode ser um excelente técnico, mas também pode levar a um programa degenerativo. Portanto, ambos são importantes, e criar algo novo a partir de ambos os modos de trabalho é ainda melhor.

É o trabalho experimental que provê a evidência mais forte para o realismo científico. As entidades não observáveis (mesmo aquelas macroscópicas, como aquelas evidenciadas por dissecação) podem ser regularmente manipuladas para produzir um fenômeno específico e desejado para investigar aspectos da natureza. Uma entidade teórica percebida ou criada nos vasos foi o *pneuma*, que foi tratado como uma entidade real; já o sangue e a sensibilidade são entidades reais. Um fenômeno real é a circulação sanguínea, ou o movimento do sangue pelo organismo. Nos estágios iniciais da descoberta de uma entidade podemos testar a hipótese de que ela exista. Inicialmente podemos estar mais interessados nas entidades, como foi o caso de Harvey, ou nas interações com elas, como os antigos gregos. Quanto mais entendemos as forças causais de entidades ou fenômenos, mais elaboramos experimentos ou aparelhos para obtermos efeitos já conhecidos – por exemplo, o fluxo de líquidos, ou hidrodinâmica. Quando conseguimos manipular a entidade em diversas partes da natureza de modo sistemático, a entidade torna-se experimental – o que nos leva novamente à repetibilidade experimental.

Frequentemente os pesquisadores tratam as suas entidades como reais, mesmo que sejam teóricas, pois são soluções para algum problema específico, como o caso do *pneuma*, por exemplo. As entidades teóricas são especulações não comprovadamente reais criadas para

responder a questões específicas. Não é necessário que sejam reais, mas, em Fisiologia, temos que procurar por entidades verdadeiramente reais, ou o mais próximo disso. Daí a importância da Experimentação. Especulação pura não é Ciência. Então, alguns procuram com inescrupulosidade pela realidade. Mas seria melhor se fossem cépticos quanto às entidades teóricas, permitindo o aprofundamento das pesquisas, embora uma entidade possa ser inicialmente teórica até que seja comprovadamente real ou, então, que seja descartada. Pode – e deve – haver uma entidade mínima, como as células, ou os micro-organismos, mas não necessariamente uma partícula com todas as características consideradas. É a nossa manipulação de entidades, quando fazemos experimentos, que compromete a nossa crença nessa entidade. Um estudo comparado permite verificar se a entidade é real ou não. Podemos, inclusive, montar todo um aparato para manipular ou perceber a entidade desejada: construímos o aparelho sabendo como a entidade se comporta. Só que este procedimento pode estar viciado por nossas teorias e predisposição em considerá-las reais. Portanto não podemos generalizar esse ponto de vista: ao criarmos um microscópio óptico, por exemplo, procurava-se por entidades invisíveis que deveriam existir, e não conhecíamos os seus efeitos sobre nada; havia apenas uma suposição provável e logicamente pensada. Já a circulação envolvia a manipulação direta, a olho nu, com bisturis, mesas para cirurgia e outros modos de manipulação. Quando temos a ideia experimental correta, já é uma ideia experimental – mesmo que seja rústica – por sabermos como a entidade deve se comportar. A entidade torna-se, então, um instrumento e não apenas um modo de organizar o raciocínio e uma teoria. Os silogismos e as relações causais de origem aristotélica fornecem as idéias e as entidades passíveis de serem analisadas, assim como as suas consequências.

Utilizar algum tipo de experimento ou aparato que altere algo (tornando visível o fenômeno desejado) é avaliar uma entidade existente. Talvez não haja necessidade de teorias em que acreditarmos. O realismo sobre os objetivos da Ciência é uma doutrina carregada de valor. Se o realismo sobre entidades for uma questão de manipular as entidades, ela é uma doutrina mais neutra sobre os valores.

Os diferentes grupos de pesquisa que lidam com uma única entidade – fato ou fenômeno – podem utilizar diferentes conceitos desta entidade, já que as relações entre estes grupos estimulam o seu desenvolvimento. Desse modo, o estímulo é fornecido pelas diferenças conceituais da entidade. Ao menos com a Fisiologia Experimental, pois havia diversos ramos de estudos funcionais disputando a primazia conceitual nesta área, algo muito além das

disputas nacionalistas entre os cientistas que trocavam ideias. Consequentemente, o realismo científico requer fé e trocas de ideias. Harvey, Haller e Spallanzani defendiam o que viam e o que consideravam como o funcionamento do mundo. Harvey e Haller têm respaldo científico e clínico até hoje; a ideia dos blocos formadores dos seres multicelulares – os seres unicelulares de Spallanzani – já nem tanto, mas orientou para a resposta certa; a vida pluricelular se baseia em células como suas “unidades atômicas”. Os seres unicelulares não são artefatos de técnicas, no que Spallanzani estava certíssimo. A fecundação realmente ocorre, mas não em um feto pré-formado. O realismo científico é, claramente, o que pode ser realizado no presente.

Ser realista sobre entidades pode ser uma questão de psicologia: o próprio grande experimentador poderia apresentar uma mente que objetive qualquer coisa sobre o que ele pense. O que ele consideraria real, qualquer outro fato ou fenômeno equivalente ou semelhante pode ser considerado meramente hipotético (HACKING, 2008). Mas até que ponto isto pode ser considerado verdadeiro? Quando se manipula o corpo, bloqueando artificialmente o fluxo natural e depois o desimpedindo, restaurando o seu fluxo natural? Para nós isso é verdadeiro. Neste caso, não necessitamos de instrumentos (que deveriam ser calibrados), mas sim de aparatos técnicos que permitam a sua visualização. Quanto à observação de seres microscópicos a calibração pode ser uma manipulação sob microscopia de um evento macroscópico – uma letra invertida ou líquido colorido colocado sob microscopia, ou a movimentação intencional de um microorganismo, por exemplo. Para ambos os casos de análise, temos que saber como os aparatos funcionam – ao menos em termos gerais. Temos que evitar os erros e os ruídos passíveis de serem gerados pelo aparato experimental. Vemos, então, a importância da repetição e das análises comparativas. Mas no caso do *pneuma* e do feto pré-formado, os experimentadores realmente objetivavam mostrar o que pensavam, e não viam outras teorias ou experimentos alternativos. Eles procuravam demonstrar a sua veracidade de qualquer forma.

Surge, então, a necessidade de raciocínios, hipóteses e experimentos paralelos ou reversos que permitissem verificar estas teorias. O tipo de microscópio utilizado pode ter sido um problema; as lupas adequadas levariam a resultados melhores.

Todo um novo aparato experimental teve que ser feito para as análises de Harvey, Haller e Spallanzani serem possíveis. Toda uma mecânica mental e física foi necessária para descrever e elaborar um novo padrão de Fisiologia e de Anatomia. Foi necessário conhecer e reconhecer

a importância dos resultados experimentais. Estes três cientistas deixaram claro qual a teoria que gerou a especulação e procuraram derivar boas previsões. Algumas teorias resultantes da experimentação foram bem-sucedidas: o coração sempre vai bater para impulsionar o sangue; o sangue cessa a sua movimentação quando há uma parada cardíaca; apenas os músculos se contraem quando irritados; o próprio coração apresenta irritabilidade; a morte sobrevém após uma parada cardíaca prolongada por falta de circulação. Portanto, vida e morte estão relacionadas ao batimento do coração. Postulamos uma entidade para ocupar os vasos sanguíneos – o sangue para Harvey, sangue e *pneuma* para os antigos gregos -, o que é analisado por Harvey em conjunto com uma entidade propulsora visível, o coração, que o faz movimentar-se – e é esta a sua hipótese maior, desvendando uma subordinação da movimentação sanguínea ao seu batimento. Assim, temos uma nova hipótese e uma nova teoria: o sangue tem que se movimentar em uma rota fechada. Há a contração de certos tecidos, assim como a transmissão de impulsos através de outros – e apenas por eles. Não importa que sejam dissociados de outros tecidos e, funcionalmente, é importante que estejam, evitando que eles sejam sobrecarregados. É a sua integração, de forma harmônica, que permite que a *máquina animada* funcione.

Há alguma analogia ou paridade com algum fator externo à análise? Por exemplo, com a conservação do sangue em relação à digestão? Ou com a função cardíaca? Ou com a irritabilidade? Quais são as entidades responsáveis pela função? Como as entidades operam? Há algum tipo de direcionamento da função? Quais as interações entre essas entidades e as suas funções? Se há alguma canalização estrutural, ela não levaria a uma função específica de algum tipo? Se houver alguma falha, podemos colocar à prova as previsões realizadas? Podemos colocar as entidades à prova, experimentalmente? Qual a probabilidade dos fenômenos levantados realmente acontecerem? Todas estas questões estão claramente presentes em Harvey e Haller e parcialmente em Spallanzani.

As limitações técnicas essenciais podem ser avaliadas em uma análise de erros, ou mesmo experimentalmente. Os defeitos são muitas vezes avaliados quando somos forçados a isso – ou quando procuramos evitá-los de antemão. Podemos ter pressentimentos sobre o que está errado. Por exemplo, o fluxo sanguíneo é tão constante quanto se pensa? O *pneuma* pode ser retirado da equação experimental? A geração é uma pré-geração com fecundação? Talvez não, mas procuramos por uma resposta melhor. Apenas uma análise mais profunda, de ordem física ou química, é que poderia retirar, ou não, o *pneuma* do sangue. Uma entidade mais ver-

dadeira, ou real, poderá vir a substituí-la, como gases ou nutrientes. Mas o fluxo sanguíneo permanece constante, até provas em contrário. Ou, então, outras células ou tecidos podem ser irritados? Qual o seu grau de abrangência? O que pode irritar, de forma natural, os tecidos? Por quê? Se não há pré-geração qual o fenômeno ou a entidade existente por trás da reprodução?

Devemos ter cuidados com os absurdos “científicos”, como a presença de erros sistemáticos ou com alguma assimetria nos resultados. O número de experimentos para evitá-los é muito grande. Portanto, nas quantidades de experimentos realizados, pode haver erros. Mas os estudos comparativos podem contrabalançar o número necessário de repetições experimentais, assim como os erros experimentais oriundos de trabalho seriado e repetido em um único tipo de animal.

As questões levantadas foram respondidas experimentalmente de modo mecânico, observando, bloqueando ou furando o fluxo localizado de sangue e o seu fluxo global, relacionando-os; a contratilidade e a irritabilidade, ao mostrarem as suas reações. Apenas a observação ao microscópio não foi mecânica.

Em uma época determinada, a melhor razão para imaginarmos uma entidade é por servir como base para uma exploração bem-sucedida, o que leva ao teste da hipótese de sua existência. As explanações ajudam. A postulação da sua existência explicaria uma ampla variedade de fenômenos. Só após a comprovação de sua existência podemos realmente inferir a partir do seu sucesso explanatório. O *pneuma* serviu como resposta enquanto foi possível, mas impediu a percepção da circulação sanguínea – e quantas vezes isso ocorreu em Ciência? Já a irritabilidade e a sensibilidade são fenômenos. Um fenômeno pode ser explicado sem o uso de uma entidade quando se sabe como utilizá-la, mas uma entidade real, ou um conjunto delas, tem que existir. Uma entidade invisível não pode realizar todos os movimentos possíveis dentro da teoria e das análises realizadas, pois a imagem que temos é apenas uma analogia. Temos, então, um conjunto de propriedades causais que os experimentadores utilizam e descrevem para poder investigar estes e outros fenômenos, e não temos as entidades reais. Mas sabemos algo sobre o seu comportamento – e é isso que pode e deve ser utilizado para a análise de sua existência. Também é muito importante conhecer o que não cabe às entidades invisíveis, delineando-as experimental e funcionalmente. Podemos utilizar estes fenômenos para investigar alguma outra coisa; é o caso da sensibilidade e da irritabilidade voltadas para o comportamento animal, ou a circulação e suas relações com as

doenças e com a clínica. Deste modo, podemos saber muito sobre a entidade e sobre o seu comportamento. Utilizamos, também, o conceito de Irritabilidade e de Sensibilidade para avaliar a sua existência.

As entidades, reais ou teóricas, podem estar relacionadas a outras entidades, visíveis ou não. É o caso da contratilidade muscular e cardíaca, que, por sua vez, gera a circulação; só há a circulação devido à possibilidade de o coração contrair-se por meios próprios, sendo então irritável. É a amplitude suficiente de experimentos convincentes que torna essas entidades reais como objetos de investigação científica. Elas podem então tornar-se uma realidade comum, perdendo assim o seu caráter hipotético e serem utilizadas para algo mais.

Conhecer um novo tipo de procedimento, seja um aparato ou um modo de pensar, seja ele mais sofisticado ou mais novo, pode ser muito bom, mas para aqueles que estão acostumados com o antigo modo de trabalhar torna-se pior por ser muito contrastante. Desse modo, novos procedimentos funcionam melhor para aqueles que não estão acostumados aos modos antigos. É também por isso que um novo paradigma normalmente é aceito pelos mais novos. Isso não exclui necessariamente o uso do antigo procedimento, desde que utilizado por um novo prisma. A releitura de Aristóteles e de Galeno por Harvey fez toda a diferença, assim como a releitura sobre irritabilidade e sensibilidade.

Uma amplitude de experimentos grande o suficiente torna as entidades objetos de investigação e, talvez, sejam consideradas como reais. Podemos isolar os fatos ou fenômenos e as suas interações. Podemos avaliá-los de diversas formas e escolher uma classe de interações tão precisas quanto possível. Isso nos possibilitaria seguir por um caminho investigativo mais profundo sobre a disciplina, sobre os fatos como ferramentas manipuláveis para procurar por algo mais. Outros passos em direção ao realismo sobre essas novas entidades devem ser feitos. Essa é a grande dificuldade para o aceite destas novas entidades ou sobre as teorias que as envolvam.

O realismo e o antirrealismo fazem parte da Filosofia da Ciência desde os antigos gregos. A maior parte das discussões podem até envolver entidades microscópicas, mas há muitas discussões possíveis sobre o mundo macroscópico. Há diversos pressupostos envolvendo estruturas e operações nos corpos vivos. Pela natureza dos corpos, estes pressupostos não podem ser provados por meios diretos, mas devem se adequar à expressão dos fenômenos e se tornam ficções representativas como se fossem reais.

Algumas entidades, como estruturas ou seres subvisíveis, tais como o *pneuma*, a irritabilidade, as anastomoses e os seres microscópicos não poderiam ser provadas quando foram propostas ou intuídas. As provas tinham que ser indiretas. As hipóteses pareciam prover alguma explanação e ajudaram a fazer predições – só que isso evidenciou uma grande margem de erros preditivos. O conhecimento, então, tornou-se uma representação mais correta após as análises experimentais devidamente elaboradas racionalmente. Ninguém conseguia chegar além das representações para assegurar uma correspondência com o mundo real. Argumentar ao nível de teorias, hipóteses, explanações e sucessos preditivos é estar preso a um mundo de predições, o que leva ao antirrealismo. É o realismo que conta.

Os cientistas tornaram-se realistas, em oposição aos filósofos. É necessário pensarmos sobre a prática mais do que sobre a teoria. O antirrealismo já teve uma estrutura sólida no passado. Agora é a nossa habilidade em manipular as entidades utilizando propriedades causais de baixo nível que nos leva às provas diretas. Mas a realidade não é constituída apenas pela manipulação humana, apesar de que a ideia da entidade existir seja possível apenas pela habilidade que temos em demonstrá-la - mais do que a teoria existente sobre ela. A determinação da propriedade específica de uma entidade está além de a postularmos. Portanto, é necessário que demonstremos a sua existência e as suas propriedades. Depois é necessária uma teorização benfeita e baseada nestas práticas, de forma que a teoria seja demonstrável e que possibilite acrescentar detalhes que resolvam diversos problemas. É científica uma teoria em que possamos manipular as propriedades da entidade. A racionalização está embutida no processo e procura por um desenvolvimento maior na Ciência.

Muitos processos, fenômenos e fatos nos serão desconhecidos – ao menos por algum tempo – e muitos deles não podemos nem imaginar que existam. A realidade é maior do que nós, mas ao menos procuramos por suas causas e fenômenos no mundo real, elaboramos modelos manuseáveis que nos permitem lidar com o mundo e com o organismo vivo, e tiramos vantagens das conexões causais. É o realismo que deve vingar - não o idealismo e nem o antirrealismo. Lidar suficientemente com o mundo e poder mudá-lo nos aproxima mais da possibilidade de entendê-lo. Mas entender não é apenas isso. O uso de entidades – fatos, fenômenos e eventos – podem nos ajudar a entender a teoria e melhorá-la. Porém o realismo científico não considera que existam apenas objetos experimentais como argumentos. A realidade está além deles. Para tanto, precisamos representar.

Por mais que procuremos nos ater à realidade e, ao raciocinarmos sobre ela, as nossas teorias e crenças podem solapar as nossas análises e as nossas observações. As mudanças na teoria ou na Ciência podem ser influenciadas pelos julgamentos metodológicos de indivíduos ou grupos até certo ponto: apenas quando há a sensibilidade para avaliá-la com a mente aberta o suficiente para aceitar alternativas. Se nos prendermos demais às hipóteses erradas, deixamos de perceber o que realmente ocorre. Não percebemos as coisas apenas pelos fatos, mas também pelas crenças. Há também um efeito de grupo; as pessoas mudam de postura em conjunto; um pesquisador influencia o outro. Estamos propensos a apoiar as inovações geradas dentro do nosso grupo, minorando o medo do desconhecido.

O experimentador deve estar a par da literatura científica, tanto da antiga quanto da moderna, mesmo com o conhecimento avançando rapidamente na sua área. Podemos evitar os erros dos antigos e, assim, gerar novas ideias (este último aspecto pode ser o mais importante) e/ou modos de trabalho que podem – e devem – ser repensados, modernizados de forma adequada, recontextualizando-os.

O uso do conceito de *Fisiologia* parece não ter sido casual: Harvey e Haller procuravam analisar a natureza do corpo humano e animal, portanto o seu funcionamento a partir da sua anatomia. Os textos desde Aristóteles até Haller também procuravam descrever as funções orgânicas e, aparentemente, seriam o que denominamos de Fisiologia Experimental, algo, aparentemente, contínuo, que se iniciou com *Œconomia Animal, Historia, Fisiologia Experimental e Anatomia Funcional*. Porém, há algum descontínuo quanto ao modo de trabalho, pois diferentes modos de trabalho foram empregados devido a critérios que se modificaram com o tempo, com o surgimento de experimentos seriados e analíticos, do indutivismo, de novos materiais e esta é a base para a Ciência Moderna. Para conhecer a realidade era necessária uma análise mais profunda da verificação do que não era aparente. Portanto a Fisiologia Experimental foi um novo conceito e um novo paradigma. Os aspectos mais importantes para as mudanças no conceito de Fisiologia foram o seu modo operacional e os raciocínios subjacentes a esses modos operacionais. Há mudanças de paradigma nesta “conversão” de raciocínio, quando experimentos mais vagos e muita especulação passaram a ser tratados de uma forma mais fechada, mais conclusiva, como demonstraram Harvey e Haller. Desta forma, Haller considerava a Anatomia como “mera Anatomia”, contrapondo-a à Fisiologia Experimental.

Se o objetivo do realismo científico é descobrir a constituição interna das coisas e os confins do Universo (HACKING, 2008, p. 21), Harvey e Haller eram eminentemente realistas; as veias e o sangue são materiais reais; o *pneuma* não aparecia no aparelho circulatório humano nem no do animal; os nervos conduzem as sensações, não os tendões. Portanto, o *pneuma* não poderia estar circulando nesse aparelho, a não ser que estivesse diluído; os processos de irritabilidade e de sensibilidade são pontuais e do tipo sim ou não; não há uma continuidade entre os seres vivos e os não vivos em termos fisiológicos (i.é, funcionais); portanto, as ideias anteriores não cabiam mais nesse esquema. Harvey reavaliou todo o processo de movimentação e das funções dos vasos, gerando um novo paradigma. Haller foi mais fundo neste aspecto e mais moderno. A geração em Spallanzani estava aparentemente correta, mas não aprofundou a sua questão, como Harvey e Haller haviam feito. Para o realismo científico, as entidades, os estados e os processos descritos pelas teorias corretas realmente existem. Uma teoria genuinamente correta seria aquela que fosse verdadeira.

A ciência em Harvey até se encaixa na definição de Crowther (1967), como um sistema de comportamento para adquirir o domínio de seu ambiente (LLOYD, p. I), se considerarmos o seu domínio na Medicina. Mas, para ele, para Haller e para Spallanzani, a Ciência era algo mais amplo e que se refletia também no conhecimento em geral. A sua Ciência era também uma *episteme*, algo maior; encaixa-se melhor na definição de Claget (1957 in LLOYD, p. 1), uma “compreensão, descrição e/ou explicação ordenada e sistemática dos fenômenos naturais” e com “ferramentas necessárias para a sua compreensão, incluindo principalmente Lógica e Matemática”; nesse caso devemos ressaltar a importância da experimentação como ponto central, assim como lógica e matematismo como eventos relacionais para os experimentos e permitir a formação de teorias. Harvey e Haller encaixam-se ainda melhor na definição mais complexa de Houaiss (2009), “com princípios válidos e rigorosos, com coerência interna, sistematicidade” e “ramos particulares e específicos do conhecimento com a sua própria natureza empírica, lógica e sistemática, baseada em provas (...) que legitimam a sua validade”. Nada mais verdadeiro para Harvey e Haller.

Já em Haller, a Ciência lembra muito a definição de Houaiss (2009); é baseada em experimentação, lógica, raciocínio e na procura por um conhecimento do real de uma forma ampla, não necessariamente aplicável (aliás, aplicável é algo secundário). Para ele, importavam mais a experimentação e o raciocínio lógico (e até certo ponto mais filosófico) do que o matematismo. Esta é uma visão similar à de Spallanzani. Experimentar e filosofar,

concretamente, são os aspectos mais importantes na sua *episteme*, ou Ciência. É visível a separação desse tipo de conhecimento daquele praticado pelos gregos e pelos medievos, embora haja uma continuidade. Há mudanças paradigmáticas, assim como acúmulo de conhecimento. As velhas teorias e os antigos modos de trabalho já não se encaixavam nesse novo tipo de conhecimento, com estrutura e questões diferentes, com métodos diferentes. Alguns temas clássicos permaneciam, mas o modo de trabalho era diferente. Haller também utilizou rapidamente a matemática ao avaliar aproximadamente o volume do sangue, como Harvey havia feito. A Ciência Moderna, embora dependa também do Matematismo, depende prioritariamente do Método Científico, da lógica, do fazer e do pensar.

A partir do que vimos em Fisiologia Experimental, podemos definir Ciência como o conhecimento do mundo real gerado indutiva e experimentalmente de forma racional através da experimentação seriada que permita a exposição dos fatos ou fenômenos, com o uso do Método Científico. Os experimentos devem fornecer as bases para teorias intrinsecamente coerentes e verificáveis. Deve, também, apresentar um respaldo dedutivista.

Está claro que cada disciplina desenvolve, ao seu tempo, ao menos, uma metodologia específica, baseada no que existe em cada época, em um fluxo histórico e filosófico que permita o seu florescimento e na particularidade do seu conhecimento. Desse modo, não podemos falar em uma Ciência, se a definirmos a partir do seu método experimental, mas em ciências – o que remete a Canguilhem e Feyerabend. O aspecto histórico e o questionamento de cada linha disciplinar apresentam uma problematização em busca de alguma atitude, e formulação de questões específicas. Percebemos a necessidade canguilhiana das descrições das descobertas, o seu sentido e a sua razão, assim como a necessidade hackiniana de análises internas e do intervencionismo (experimentação) em ciências. O próprio cientista deve desenvolver a história e a lógica de sua Ciência, considerando os trabalhos nela realizados. Portanto, não há uma Ciência, mas diferentes ciências ou diferentes disciplinas científicas, provenientes de uma mesma matriz que podem refundir-se, posteriormente, com outras disciplinas. Desse modo, Haller já era um fisiologista experimental, embora fosse considerado um anatomista por Cunningham.

A definição de Ciência deve-se respaldar em seu aspecto histórico, epistemológico e metodológico. Tanto a Fisiologia grega quanto a ferneliana foram ciências, na sua época, mas, atualmente, é a experimental que se sustenta como tal. As demais seriam consideradas apenas como teorias baseadas em algum grau de intervenção, ou mesmo como algo a partir de poucos

elementos disponíveis para o raciocínio. Em diversos períodos históricos, como entre os gregos e os medievos, a teorização e a especulação eram consideradas como Ciência – nesse sentido, era algo mais como uma teoria do conhecimento, uma *scientia* no sentido original. Há necessidade de teorizarmos e especularmos em Ciência para que ela avance, mas não de modo hipertrofiado e sem grandes bases experimentais. Podemos teorizar e pensar em termos “metafísicos” no sentido de transcender para questões mais além do que está comprovado, mas não devemos especular demais. Atermo-nos apenas aos fatos também é perigoso, pois isso não permite um desenvolvimento adequado do conhecimento, se é que o aumenta de alguma forma. É a nossa capacidade reflexiva e interpretativa que permite buscar e integrar o conhecimento. Portanto a Filosofia e o matematismo influenciam esta busca, pois apresentam uma visão integradora, e a Filosofia também apresenta um modo questionador de ser, tornando-se um aspecto complementar à Ciência. É na prática disciplinar que se torna ciência que poderíamos perceber o que é falso ou verdadeiro. Assim como a sua coerência e capacidade de disponibilizar a realidade do mundo.

Está claro que necessitamos entender a Ciência de uma forma ampla com valor histórico e epistemológico, mas também de avaliar epistemologicamente a sua definição. Sem um conhecimento básico da realidade, não há Ciência. Deste ponto de vista, sempre houve algum tipo de Ciência – e a Ciência Moderna é muito mais rigorosa e profunda do que os seus antigos conceitos ou congêneres.

A experimentação substitui a metafísica da tradição clássica e escolástica como filosofia primeira, ou ponto de partida. Tratar daquilo que é pressuposto por todas as partes do sistema, enquanto examina princípios e causas, constitui o raciocínio proveniente destes experimentos, como doutrina do ser, em geral, e não de suas determinações particulares, mas sem incluir a doutrina do Ser Divino ou do Ser Supremo. Nesse caso, assim como a *metafísica especial*, a experimentação leva ao tratamento de domínios específicos do real. Porém a experimentação e as conclusões obtidas permitem levar a uma transcendência além da experiência sensível diretamente aos sentidos, como no aristotelismo. A razão, bem ancorada, também permite uma transcendência do sensível, levando a novas teorias e experimentações.

O excesso de ênfase na linguagem para identificar o que é Ciência hipertrofia a verbalização em detrimento da prática. A Filosofia da Ciência não pode negar a existência de observações, as experiências pré-teóricas e o ato experimental. Porém, hipertrofiaram-se a experimentação e as técnicas em Ciência a partir desse período, sem uma preocupação epistemológica maior.

Devemos interligar ambos os tipos de conhecimento, como Haller o fez, para evitar a perda de uma parte importante da teoria do conhecimento. O fazer é extremamente importante, mas raciocinar, teorizar, representar, modelar e questionar também são aspectos importantes para o desenvolvimento do conhecimento e do saber.

Uma definição de Ciência é que ela seja um modo de conhecimento baseado na avaliação orientada por experimentação para responder a questões disciplinares específicas, gerando ou sendo orientadas por algum tipo de teoria. Essa teoria pode ser radical ou parcialmente modificada pelos resultados experimentais envolvidos com estas questões e relacionados logicamente entre si. Muitas vezes tais relações são demonstradas matematicamente. A capacidade de realizar tais relações é que permite formar ou manter teorias e, indiretamente e de forma mais ampla, definir uma ciência.

A Ciência provém da prática e da racionalização, o que engloba teorias e disciplina. O desenvolvimento disciplinar permite a geração de novas ciências e a eliminação de antigas que caducaram por não permitirem maiores desenvolvimentos ou que estejam culturalmente fora do contexto científico ou disciplinar. Só podemos definir atualmente a Ciência a partir da experimentação – ou, mais especificamente, através da prática disciplinar -, pelo modo como faz relações (modo relacional) e pelo conhecimento como prática (com teorias a tiracolo). Não há ainda um modo único de definirmos Ciência – portanto, as diversas visões são parciais e também relativísticas -, mas sim, um modo científico de agir, baseado em um Método Científico muito amplo, já aprovado culturalmente para a época atual. Só poderemos falar em Ciência e em Método quando falarmos na prática científica, em experimentação, em conhecimento como prática experimental teorizada e bem ancorada, e em relações internas bem estruturadas. Uma única conceituação de Ciência ainda não a abarca integralmente; as definições parciais são preferíveis. Ou procuramos por uma definição mais ampla e bem estruturada conceitual e experimentalmente baseada, ou, então, teremos que considerar as ciências como entidades disciplinares, parciais, ou, então, reduzir a definição de Ciência para algumas poucas áreas. Quanto a este último aspecto, poderíamos facilmente definir Ciência como prática experimental e, portanto, haveria apenas Ciências Experimentais. A Fisiologia tornou-se uma Ciência Moderna quando se tornou experimental. Uma generalização só seria possível a partir de disciplinas modernas, como a Fisiologia Experimental, em que se empregaria um método dedutivo-indutivista-hipotético (em que o indutivismo e o dedutivismo seriam complementares entre si e com a experimentação; o indutivismo estaria

ligado à experimentação; o dedutivismo, à teorização a partir da prática). A dicotomia entre Indutivismo e Dedutivismo deixa de existir quando utilizamos um método hipotético-indutivo-dedutivista. As teorias nem sempre estão apoiadas por evidências, mas levam ao questionamento, à procura por respostas que levam a mais perguntas, um modo análogo àquele da metafísica. E as respostas devem provir de análises experimentais ou de observações intervencionistas mais simples, mas que se apistem às questões. Os fatos nem sempre são elaborados de forma a permitir a criação de uma teoria.

O Método Hipotético-Dedutivo-Indutivo sozinho não é o suficiente. Muitas vezes podemos não ter a mínima ideia do que podemos obter em um experimento, ou podemos ter apenas uma suposição ou hipótese fraca – o que nos remete ao indutivismo fraco ou ingênuo. Então devemos realizar alguns experimentos exploratórios que permitam fornecer uma hipótese ou caminho para uma teoria, ou mesmo uma teoria provisória e testável. Com o amadurecimento das hipóteses, das ideias e das teorias provisórias podemos estabelecer um método hipotético-dedutivo-indutivo adequado. Podemos, eventualmente, utilizar esse método de forma mais flexível, desde uma forma mais indutivista até conseguirmos estabelecer um modelo passível para estabelecer deduções que possam ser novamente analisadas experimentalmente. Portanto, não há apenas uma única forma de raciocínio científico, mas recomendações, caminhos possíveis, atalhos e experimentos cruciais.

A Ciência é Experimental e Mental. Ela questiona a realidade para obter respostas que a satisfaçam, assim como procura explicá-la, representá-la mentalmente. Se a Fisiologia Ferneliana faz lembrar a Fisiologia Experimental, é porque ambas utilizam a razão, o raciocínio e o método dedutivo. A experimentação faz parte integral da Fisiologia Experimental, mas não da Ferneliana, que se embasa apenas no raciocínio. Os fatos deveriam provir de evidências diretas após questionamentos específicos e análises experimentais seriadas e repetíveis. Não importaria se alguns resultados fossem discrepantes, mas sim, uma massa de dados, principalmente, se for homogênea. Os resultados discrepantes poderiam ser “embutidos” como variantes da tendência geral, que não é tão homogênea, desconsiderados ou ainda reavaliados com outros olhares, sob outra teoria. Mas, eventualmente, atemo-nos tão fortemente à teoria que nos envolvemos totalmente com ela, e esta se torna sempre a resposta adequada. Spallanzani se enganou desta forma. Acreditamos que, ao imbutirmos os resultados discrepantes, esses resultados mostrem as diferentes capacidades de resposta do conjunto

avaliado, sendo uma análise mais real. Há sempre alguma variabilidade de respostas para um certo fato ou fenômeno.

Está bem clara a necessidade de descrevermos as experimentações, os seus princípios, os seus resultados e as suas conclusões. Deste modo, o conhecimento realmente pode se desenvolver, pois permite haver discussões sobre todos os aspectos avaliados e sobre o seu realismo. Assim, tais discussões permitem a criação e o reforço de uma rede de conhecimentos de apoio mútuo, além de uma melhor qualidade dos trabalhos realizados e com maior amplitude.

É necessário que o cientista seja culto e experimentalista; portanto, é necessário haver investimento em tecnologia, cultura e práticas (experimentos) com apoio da sociedade para permitir o avanço da Ciência, além de considerar o que já foi realizado, experimentado e teorizado. É a prática que embasa os experimentos, mas é a cultura que permite o seu avanço, se devidamente relacionada à experimentação.

Do ponto de vista atual, uma área ou disciplina torna-se científica quando atende a critérios experimentais adequados, como o Método Experimental, ou – melhor ainda – quando atinge critérios gerais mais adequados de análise e de raciocínio, o Método Científico, este mais amplo e caracterizador de uma Ciência. O Método Científico pode considerar a experimentação, a observação e talvez outros modos de validação dos fatos, entidades ou fenômenos. Portanto, ele pode validar, ao menos temporariamente, as teorias de uma ciência ou disciplina não experimental. É claro que a Metodologia Experimental é válida e confiável o suficiente para embasar discussões e teorias ou, pelo menos, apresenta maior validade e maior confiabilidade do que mera teoria. E a mera experimentação, por si só, não valida o conhecimento, apenas indica o caminho.

O mundo é muito mais complexo do que as nossas análises experimentais permitem identificar. Mas o conhecimento empírico-experimental é um passo necessário e fundamental a ser dado para obtermos uma descrição real do mundo; ele é uma simplificação inicial, crítica e prática que permite um embasamento em entidades ou fenômenos reais – ou ao menos em um fenômeno laboratorial que oriente o nosso raciocínio. Presumimos inicialmente que os fenômenos obtidos ou os fatos sejam reais, até provas contrárias. Não podemos duvidar da realidade, mas de como a obtemos. Não podemos duvidar da realidade da circulação sanguínea, da sensibilidade, da irritabilidade e dos animais microscópicos, que poderiam ser considerados como uma demonstração de uma unidade mínima de vida – uma derivação

teórica baseada em fatos. É a experimentação que os guia, mas não apenas ela. Os fatos e fenômenos simplesmente existem. Basta que os procuremos. Para descobri-los, precisamos avaliá-los devidamente e de forma que os deixemos mais perceptíveis aos nossos sentidos e à nossa mente. Apenas desta forma fatos e fenômenos serão respaldados pela natureza e passíveis de serem representados na nossa mente. Para isso, é necessário criar hipóteses, observar, de preferência experimentalmente, de forma acurada e repetida para haver uma precisão maior, delinear possibilidades alternativas e conclusões possíveis, e reduzir uma teoria internamente coerente. O matemático é secundário; a lógica, primária.

Há certa tradição em pensarmos que o conhecimento científico seja o coroamento da razão humana. Porém podemos ser céticos em relação ao conhecimento ser ou não acumulativo ou racional. Ele é acumulativo até certo ponto, não é algo linear, com mudanças paradigmáticas. Mas é racional? Acreditamos que sim.

Consideramos que os antigos gregos foram os primeiros a utilizar a razão para avaliar o mundo, desmistificando-o. Mas isto não é o suficiente; é necessário lidar com o mundo para entendê-lo e para nos desenvolvermos.

Se o conhecimento fosse puramente acumulativo, a Ciência seria contínua. Mas não é bem assim, pois não há apenas acumulação; também há mudanças no modo de pensar e nas teorias. Podemos ver o mundo de formas diferentes, e devemos procurar pelo que seja real.

Normalmente, mera observação não é ciência, menos ainda quando está muito cheia de analogias e de teorização: a percepção de um problema normalmente se pauta a partir de um fundo teórico preexistente que se torna relevante quando o relacionamos a um problema ou uma questão que precisa de resposta. A percepção se relaciona ao uso de teorias, mas não podemos descartar a mera curiosidade. O investigador, identificando um problema, começa a conjecturar sobre as possíveis soluções para explicá-lo; para tanto, é necessário domínio das teorias relacionadas à dúvida, criatividade para propor ideias que sirvam como hipóteses e soluções provisórias que deverão ser confrontadas com os dados empíricos. Diversos fatores deverão influenciá-lo na produção de explicações, não existindo caminhos definidos para seu êxito. A intuição, a imaginação e a criatividade são importantes para a elaboração de hipóteses, pois é a partir delas que se romperia a forma usual de perceber as relações entre os fenômenos e se proporia novas relações, com novos problemas e novas soluções. A teoria científica não se limita ao aceite passivo dos dados experimentais, mas a deduções possíveis

de serem conjecturadas e reavaliadas. O uso excessivo de analogias termina por minar as teorias, mas um uso ponderado delas permite o alavancar da imaginação e das explicações possíveis para os eventos observados. As analogias têm que ser elegantes, racionais e inteligentes, com suporte experimental.

A questão da experimentação em Biologia termina sendo um aspecto amplo, pois não é uma área passível de tratamento homogêneo como ciência. Assim, podemos falar em diversas ciências, as biológicas, não em uma, a Biologia.

A definição de Ciência deve ser histórica *e* epistemológica e não apenas uma *ou* outra. Devemos ter uma visão interna a uma determinada disciplina considerada como Ciência para determiná-la como tal, assim como toda epistemologia que, de algum modo, procure demarcar o que seja ciência. A experimentação é um passo decisivo para isso desde que realizada de forma inteligente, consciente, seriada (considerando os erros de forma separada ou não), criativa (de preferência, mas não necessariamente), de forma habilidosa (o que implica em habilidade manual, mas não apenas manual), com sensibilidade para a verdade e para as questões e respostas reais, de modo que possamos responder diretamente à questão proposta. O experimento deve permitir poucas respostas lógicas, mas verdadeiras. A mera catalogação de respostas, ou fatos, não é o suficiente; o raciocínio a partir destes experimentos também é imprescindível. Lógica e questionamento são fundamentais. Nesse ponto, a Metafísica hackiniana desempenha um papel importante: ela é responsável pelo questionamento sobre a realidade, sobre o mundo e sobre as experiências.

A visão internalista de cada disciplina é importante para evoluir e definir e praticar Ciência, mas não exclui as influências externas. É necessário haver trocas entre elas, pois se superpõem.

A Ciência Moderna é um modo de avaliação orientada pela experimentação para responder a questões disciplinares específicas, orientadas por algum tipo de teoria. São a teoria e a vivência que fazem com que questionemos as falhas do que é proposto pela cultura; a partir disso, observamos, experimentamos e propomos novos modos de pensar e novas teorias. A antiga teoria pode ser parcial ou totalmente modificada devido aos resultados experimentais obtidos e relacionada logicamente, como nos casos da circulação sanguínea, da análise tecidual ou das análises microscópicas. Muitas vezes tais relações são obtidas matematicamente; eventualmente, a matematização apenas complementa as observações. O

mais importante é o que foi observado e devidamente avaliado; as análises posteriores levam a uma teoria, que deve corresponder aos fatos sem hipóteses *ad hoc*. É a capacidade de fazer as relações que permite formar e manter as disciplinas, e, assim, definir o que é Ciência. Se a teoria deve provir da experimentação e da racionalização, a Ciência provém da prática e do raciocínio disciplinares. Teoria, prática e Ciência estão fortemente vinculadas. O problema é teorizar demais em relação aos fatos, sem levar em conta a prática experimental. É a prática que deve conduzir a Ciência e o desenvolvimento do conhecimento (junto com a Filosofia), e não apenas os fatos – estes são influenciados pelo que pretendemos perceber ou contestar. Percebemos fenômenos e nem sempre, necessariamente, um fato. Vimos que Spalanzani discutia a existência dos seres vivos microscópicos, um fato, e deduziu que eles podiam ser uma base para os seres multicelulares, uma teoria, assim como a fecundação, um fenômeno; Harvey percebeu a circulação do sangue, um fenômeno; Haller percebeu a irritabilidade e a sensibilidade, ambos fenômenos. Mas, praticamente, todos estes também podem ser considerados fatos (excluindo-se apenas a teoria de Spallanzani). Deste modo, a Ciência pode ser influenciada pela cultura, mas também a influencia e a modifica.

Há uma forte distinção entre teoria e observação em Harvey e Haller, sendo menor em Spalanzani, embora Haller considerasse haver uma relação entre Ciência e Filosofia de forma pragmática. Realmente, este é um critério forte para a distinção entre as antigas formas de Ciência e a Ciência Moderna no Ocidente. As antigas formas apresentavam pouca distinção entre teoria e observação. E foi a forte distinção entre ambas que tanto permitiu quanto alavancou a Ciência Moderna. No entanto, a teoria pode influenciar a prática experimental. Portanto, para a prática experimental, temos que ter uma mente objetiva e prática, com alguma teoria, com objetivos específicos e com hipóteses diretas e alternativas.

Há a necessidade de separarmos teoria e experimentação, mas não de um modo absoluto, pois hipertrofia apenas um destes aspectos na Ciência, tornando-as mera teoria ou mera técnica.

Houve um desenvolvimento no modo de observar, de analisar e de avaliar o mundo, por influência dessa separação entre teoria e observação. Tal separação pode ter levado à experimentação, o que reforça ainda mais esta separação. Houve a necessidade de criarmos modelos mentais para a elaboração de experimentos segundo as novas hipóteses. Mas esta elaboração visava verificar experimentalmente os modelos antigos e considerados ultrapassados.

O Método Experimental, parte integral do Método Científico, pode ser considerado como uma generalização da prática, acoplada ao raciocínio (pré- e pós- experimental). Mas tal generalização realmente só seria possível como um modelo gerado a partir das diversas disciplinas experimentais. Ao considerarmos o Método Experimental e o Método Científico, estaremos considerando a Experimentação e a lógica por detrás desta experimentação como o *mainstream* da Ciência. Nesse ponto, o indutivismo não apenas desempenhou um papel crucial para a construção da Ciência Moderna, mas é ainda um dos seus pilares. Não acreditamos em uma dicotomia forte entre o indutivismo e o dedutivismo, mesmo que a lógica entre ambas se diferencie em sentido inverso. Haveria diversas vertentes em que o dedutivismo e o indutivismo poderiam ser utilizados de forma complementar. É necessário um modo hipotético-dedutivista-indutivista, em que o indutivismo se relacione à parte experimental, e o dedutivismo, à parte teórica, e a hipótese desempenhe um papel importante para a sua realização. A Ciência é experimental e também mental. No plano mental, lidamos com o raciocínio baseado nos fatos ou fenômenos observados e em suas relações, experimentados de forma organizada e elegante para demonstrar o fato ou fenômeno pretendido. Deste modo, ela envolve o conhecimento como teoria e como prática, assim como o questionamento da realidade para conseguir respostas concretas, permitindo uma representação dessa realidade que se mostra complexa.

As novas descobertas e as novas disciplinas podem demandar uma nova linguagem. Novas disciplinas e novas ciências podem existir com uma linguagem própria, obtidas a partir de imagens que representam o real, mas não devemos hipertrofiar a sua importância. A teoria se embasa em imagens que representam o real e em observações experimentais diretas, o que é mais importante do que a linguagem. As novas linguagem e teoria seriam posteriores à hipótese (que pode se embasar em uma teoria anterior, visando comprová-la ou refutá-la) e à existência dos fatos e dos fenômenos que se tornaram modelos imagéticos para as hipóteses. Podemos, então, ter uma teoria *a priori* e outra *a posteriori*. Isto não exclui as ideias popperianas: a nova Fisiologia surgiu a partir das falhas dedutivas das teorias das antigas Anatomia e *Œconomia Animal*, que se mantinham enquanto os experimentos permitissem. Assim, o indutivismo foi o grande passo, embora não o único, para estabelecer novas teorias. Há necessidade de verificarmos realmente o potencial do indutivismo puro. Para os casos analisados, ele foi essencial, mas complementado pelo dedutivismo, como o aristotélico.

A Fisiologia Experimental fez separar teoria e observação e tornou-se mais rigorosa que as anteriores, envolvendo uma teoria do afastamento do observador em relação ao objeto. Ao modelarmos os fatos para formarmos uma teoria, representamos. Ao substituímos a representação baseada na teoria do espectador por uma representação baseada na experimentação, fomos além da mera observação. A Ciência, então, mudou, apresentando um novo tipo de representação. A referência, agora, seria mais embasada na experiência, na análise dos fenômenos e não nas palavras, na linguagem. A linguagem só é necessária para uma apresentação posterior, de cunho teórico e baseada na modelagem como um substituto para a realidade.

O objetivismo foi extremamente importante para a criação e para o desenvolvimento da Ciência Moderna; o método analítico e a experimentação originaram-se deste caminho e o melhoraram. O Cartesianismo posterior pode ter melhorado a objetividade, mas nem tanto na área biológica. A experimentação baseada no Baconismo e em silogismos foi mais importante. O mundo material continuaria vinculado ao quadro reduutivo geral. Os estudos empíricos, como dimensão material da prática científica, formam uma parte extremamente importante da Ciência. Porém temos que evitar uma Ciência rala, idealizada e meramente reduzida, como bem demonstraram Harvey, Haller e Spalanzani. Um caminho pode ser a rede conceitual e a prática como um conceito em constante evolução e em constante discussão devido às complexidades evidenciadas nas Ciências, particularmente, as da Vida, no laboratório ou na Natureza, até ser possível um relato profundo, real e amplo baseado no empirismo e na razão. Os trabalhos experimentais, as representações e os raciocínios baseados no conhecimento como prática, acoplados às avaliações críticas com conhecimento científico é que deverão impulsionar a Ciência e a sua Epistemologia (englobando aqui a Filosofia da Ciência). Não há garantias de que, se procurarmos entender a prática por seus próprios méritos, cheguemos a conceitos apropriados para cada disciplina.

O estudo dos trabalhos práticos mina as reduções disciplinares tradicionais. Dessa forma, a conceitualização da Ciência como um todo é transdisciplinar, transprática e racional, enquanto considerarmos apenas as disciplinas ou áreas de ciências e não Ciência como práticas específicas estritamente disciplinares. De alguma forma, a experimentação associada ao pensamento hipotético-indutivo-dedutivista e à formação de conhecimento baseado no raciocínio e na experimentação poderão permitir uma conceitualização mais ampla de Ciência como o que é: um conhecimento do real. Há trocas de ideias e de métodos entre disciplinas diferentes, eventual-

mente, o que gera o desenvolvimento das disciplinas muito além de um mero desenvolvimento específico, localizado. O quanto cada um destes aspectos é responsável pelo desenvolvimento é uma consideração complexa. Na Fisiologia, houve a influência do indutivismo e da experimentação após um período de forte dedutivismo aristotélico acoplado a um forte racionalismo e a uma experimentação fraca. A Fisiologia era uma Ciência no sentido antigo e tornou-se uma Ciência no sentido moderno, levada pelas mudanças ocorridas na Revolução Científica e por seus atores principais.

O Positivismo já tentou unificar as ciências através do Método como se todas elas tivessem uma única postura e falhou. No momento, não há uma estrutura pronta para considerá-la uma, apesar das eventuais - e necessárias - trocas de ideias. Estes intercâmbios são extremamente importantes, mas a interdisciplinaridade ainda está muito fraca para falarmos em uma única Ciência. A Ciência é uma prática do real, com trabalhos físicos sobre a natureza baseados no fazer, assim como uma prática temporal, socialmente constituída. A prática pode ser considerada como uma extensão criativa da rede conceitual para se adequar às novas circunstâncias. A Ciência é prática, baseada em fatos (aparentes), mas é culturalmente direcionada. O que podemos falar é que existe uma ciência, a Fisiologia Experimental, com os seus experimentos, uma metodologia disciplinar muito geral, com discussão e eventuais trocas de ideias subdisciplinares e uma proposta geral de estudar as funções orgânicas.

As diferentes Ciências estão baseadas em práticas, métodos e teorias disciplinares. As mudanças disciplinares ocorrem pelo esgotamento das questões disciplinares estudadas, e/ou por mudanças de postura, de método, de raciocínio e do seu modo operacional, sendo influenciadas principalmente por outras disciplinas consideradas científicas, como ficou claro nas mudanças de postura desde a *Œconomia Animal* até a Fisiologia Experimental. As antigas Ciências são incomensuráveis com as atuais. Assim sendo, todas as ciências anteriores são substituídas por novas devido a novos paradigmas, deixando assim de ser ciências. A quantificação, tão apregoada pela Ciência Moderna, é importante quando relaciona os fatos, pondera-os de forma real, material e sem valor abstrato, tendo apenas um valor instrumental que permite elaborar raciocínios e modelos melhores, mais profundos e de preferência relacionáveis, mas não foi tão importante para a Revolução dentro das Ciências Biológicas; ela foi mais importante na área de Exatas.

A vida é um experimento em complexidade, com propriedades emergentes e plasticidade morfofuncional. As propriedades emergentes provêm da complexidade dos sistemas agindo

em comum. A genética pode fundamentar as características dos seres vivos, mas é a interação dos genes entre si e com o mundo como interações funcionais é que os define. As suas partes devem funcionar em harmonia. Desta forma, analisar os seres vivos em qualquer nível e de modo apropriado revela-se complexo. As análises microscópicas, já difíceis por si sós, tornam-se mais complicadas.

Eventualmente, podemos obter fatos sem teorias – e vice-versa. Mas são casos isolados e é imprescindível relacionar fatos com teorias para que se tornem Ciência, pois senão serão apenas teoria e dados. Esta forma de trabalho só é funcional quando estamos obtendo dados em uma área totalmente nova, onde não há em absoluto nenhuma teoria ou então algo que não pode ser respondido por nenhuma teoria anterior. Na área que compreende o estudo das funções orgânicas, fatos e teorias correspondem a uma mudança conjunta, em que o experimentador também é o teórico, que questiona, faz os experimentos, analisa os resultados e cria a teoria.

Não há nada de errado em ser metafísico no sentido de realismo; o problema é ser totalmente transcendental. Afinal, questões são necessárias. E a metafísica permite muitas questões e diversos desdobramentos. As respostas geradas, por sua vez, podem gerar novas questões; as mais impertinentes são as mais importantes; elas promovem mudanças disciplinares e podem envolver questões interdisciplinares, aprofundando a disciplina ou gerando novas disciplinas.

Dependendo da interpretação do conceito de metafísica para o aristotelismo, podemos dizer que as ciências lidam com a metafísica, pois elas, de certo modo, transcendem a experiência sensível comum através da experimentação e da reflexão.

O vitalismo, presente em todos os autores analisados, parece ter exercido uma forte influência no seu modo de pensar, de agir, de experimentar e de analisar, apresentando um cunho moderno para a época. Muitos consideram o vitalismo como algo alheio à visão mecanicista do mundo, mas não nos pareceu ser assim. Pelo contrário: foi ele que permitiu a realização dos trabalhos mais “mecânicos” em diversas linhas de fisiologia. O vitalismo pode ser considerado como um conceito filosófico, mas Harvey, Haller, Magendie e Spalanzani o tornaram algo prático e vital para o desenvolvimento científico.

É na matriz disciplinar que podemos perceber a evolução de uma determinada ciência. É nesta matriz que observamos melhor a dinâmica da Ciência e do seu desenvolvimento. Acima

da matriz disciplinar o conhecimento apresenta certo conservadorismo, algo de inércia, com mudanças aparentemente bruscas, paradigmáticas. Podemos identificar a existência de uma mudança embutida em uma disciplina que permite um desenvolvimento contínuo, com mudanças bruscas aparentes para aqueles que estão lidando com uma visão externa ou em um contexto mais amplo. Estas mudanças estão geralmente associadas a alguma mudança cultural mais ampla. A Revolução Científica foi um desses momentos. Nesse caso, podemos considerar que houve mudanças bruscas, e não abruptas, pois o contexto cultural permitiu uma mudança relativamente rápida em um espaço curto de tempo. Um dos pilares das mudanças na História Ocidental foi exatamente a Ciência Moderna, baseada em novas técnicas e formas de pensar e agir. Houve um retrocesso na Ciência no início da Idade Média, houve uma retomada do conhecimento filosófico e do conhecimento científico iniciando diversas mudanças durante a Alta Idade Média que permitiram a Revolução Científica. É na matriz disciplinar que entendemos a Ciência, mas nem sempre esta matriz disciplinar pode fornecer um método unificado de análise.

Um ambiente sem fome, estável, estimulante, com intercâmbio de ideias e recursos também são essenciais para o desenvolvimento da Ciência, como já foi demonstrado por Milesianos, pela Renascença e pela Revolução Científica.

As mudanças paradigmáticas devem acontecer quando há um empilhamento de anomalias que são tratadas de maneiras diferentes, com novas hipóteses, novos resultados e novas teorias. Isto deve ocorrer em um ambiente em mudança. As teorias têm que ser comprovadas experimentalmente e há necessidade de certa subjetividade. A Ciência deveria ser objetiva e reta, mas também tem que ir além, ser subjetiva. Os novos conceitos levam a outros níveis de inteligibilidade, com novas possibilidades metodológicas de análises.

É claro que também percebemos pequenas, mas importantes, mudanças de postura durante a história da Fisiologia, e, portanto, em História da Ciência. Algumas dessas mudanças permaneceram, outras desapareceram; algumas retornaram posteriormente. As mudanças não são lineares. Os cientistas escolhem os caminhos que a Ciência vai seguir, e, eventualmente, precisam voltar e retomar outros percursos.

Harvey, Haller e Spallanzani demonstraram a necessidade de uma síntese entre a razão, anteriormente algo mais nobre – e ainda reforçada pela Filosofia da Ciência como teoria – e a arte manual, artesanal – independentemente do grau tecnológico dos instrumentos utilizados.

Ambos desempenham um papel importante para as análises, para o desenvolvimento da disciplina e, por extensão, das ciências e para o desenvolvimento cognitivo dos cientistas. A separação entre teoria e observação é mais evidente na prática experimental do que na elaboração de hipóteses e na sua interpretação.

As analogias, assim como as hipóteses e as teorias imagéticas, desempenharam um papel fundamental para o desenvolvimento científico. E o modo imagético permite o entendimento e a fixação das teorias científicas.

As representações de cada disciplina podem produzir semelhanças com a realidade. Cada disciplina apresenta um novo sistema de representação, pois apresenta uma realidade nova. Cada novo sistema de representação poderia gerar uma nova disciplina. A Fisiologia grega se originou de uma forma grega de representar a natureza na época, assim como de suas relações com a natureza. Uma reinterpretação da Fisiologia por Fernel gerou uma nova disciplina e outra reinterpretação originou a Fisiologia Experimental. Tal forma de reinterpretação reflete um novo modo de pensar e de interpretar a natureza, aumentando a sensibilidade e refinando a representação.

Pelo desenvolvimento da linguagem, o leitor atual pode interpretar as antigas disciplinas como sendo a nova, mas com uma linguagem mais simples, ainda não tão estruturada tecnicamente. As novas disciplinas levam à necessidade de uma representação complexa da linguagem, que pode deixar de indicar um objeto específico. Então, a Fisiologia Experimental apresenta uma representação específica e diferenciada das antigas, mas que nem sempre é perceptível ao leitor atual devido ao significado aparentemente similar de alguns dos conceitos envolvidos. O leitor despreparado é que interpretaria as antigas disciplinas como interpreta as novas. Alguns dos antigos termos mudaram de conceito aos poucos, e ainda não havia um linguajar disciplinar específico para a Fisiologia Experimental. Há uma elaboração da linguagem na procura por uma melhor representatividade do que foi observado sob o prisma da nova teoria; portanto a leitura pelo ponto de vista mais moderno se identificaria com a teoria mais nova.

A importância da linguagem divide-se temporalmente em:

1. Anterior à experimentação que visa demonstrar uma hipótese. Temos alguns conceitos iniciais, utilizados ao modo antigo e que podem mudar posteriormente. Os conceitos de *fisiologia* e de *neurônios* mudaram com o tempo. O de fisiologia não interferiu no

desenvolvimento da disciplina como experimento, mas o neurônio sim, e de forma negativa: era muito abrangente e os pesquisadores não haviam percebido as diferenças sutis existentes entre os diferentes tecidos.

2. Posterior à experimentação, que é consequência da mudança de paradigmas.

A mudança posterior é secundária, enquanto que a anterior pode ter uma importância cognitiva primordial. Esta última pode ser influenciada por experimentos que considerem hipóteses alternativas. Considerar a ausência de um coração em minhocas pode se dever ao conceito harveyano de coração como ventrículo. O conceito de coração foi modificado posteriormente, englobando, então, diferentes tipos de músculos propulsores de sangue, incluindo os de invertebrados. Ao considerar a linguagem, Haller foi mais carnapiano em sua distinção entre Ciência e não Ciência. Spallanzani foi um carnapiano mais leve.

Existem problemas de linguagem, pois esta não é necessariamente uma atribuição da representação. Mas o conceito de *alma* era diferente do que temos hoje devido à postura dos fisiologistas da Revolução Científica; ela representava algo, assim como *pneuma* e outros conceitos. Temos que nos ater à realidade, mas temos que descrevê-la; a *alma* seria um conceito que procurava descrevê-la dentro de um conceito disciplinar estando vinculada a algum fenômeno orgânico interno ao corpo vivo. Hoje podemos considerar a alma no máximo como uma mera analogia, uma semelhança com algo, talvez relacionável a alguma materialização corpórea do desejo ou mesmo do *pneuma*. Os conceitos tais como alma ou fisiologia podem ser quebrados quando não cabem mais no contexto em que se inserem. A prática do fazer, do experimentar e do trabalhar diretamente com os objetos de estudo permite que façamos representações da realidade cada vez melhores. As mudanças nos conceitos principais nas disciplinas de Anatomia, Fisiologia e *Œconomia Animal* também levaram à incomensurabilidade de teorias, mas os modos de experimentar e de raciocinar foram ainda mais importantes.

Como a representação leva à teoria, e a representação evolui para descrever melhor a realidade, temos então uma quebra paradigmática na Revolução Científica. A representação indica que a realidade está sempre muito além, levando à teoria. O que importa é a organização inteligível do mundo, mesmo que esteja além do que percebemos através dos sentidos: a irritabilidade, a circulação, os seres microscópicos, a fecundação. Essas quantidades só são reais se puderem ser demonstradas na prática. Podemos utilizar equipamentos, como microscópios, para observar o que não pode ser observado a olho nu;

acreditamos, pela prática e pela sensibilidade, que observamos algo real, não algo que aprendemos. Mas até que ponto o uso de um instrumento permite realmente que vejamos o que achamos que vemos? Afinal, as lentes podem distorcer o que vemos e temos que aprender a utilizar este instrumento para observar através dele. Nem sempre isso é possível. Mas a locomoção dos seres microscópicos de forma intencional e ordenada, a repetição dos eventos e as nossas intervenções na microscopia nos fazem perceber que olhamos para algo real.

Como a Ciência não dá conta de todo o conhecimento e nem a sua teoria, então, eventualmente, recorreremos ao transcendentalismo. Mas este transcendentalismo só deve ocorrer como uma resposta provisória que leve à experimentação posterior. Em Ciência, a recorrência ao transcendentalismo acontecia apenas quando não havia nenhuma resposta exequível para o que estava ocorrendo. Desde os antigos gregos, procuramos evitar o uso do Divino para entendermos o mundo. Esta procura pelo Divino retornou fortemente na Idade Média, embora nunca a tenhamos deixado completamente de lado. Houve, então, uma cisão entre o conhecimento do Divino e o conhecimento material do mundo.

Ocorreu uma secularização da consciência, com afastamento de metas transcendentais para objetivos imanentes, preocupação com o outro mundo/outra vida substituída pela preocupação com esta vida e este mundo. Houve uma descoberta da subjetividade essencial devido à consciência humana, substituindo aquele objetivismo medievo e antigo pelo subjetivismo moderno com uma linguagem direta e objetiva. O processo é exemplificado pela disseminação do ceticismo e do livre-pensamento. A Revolução foi científica e filosófica e levou ao desaparecimento dos conceitos anteriormente válidos, filosófica e cientificamente. O universo, onde todos os seus componentes estão no mesmo nível, tornou-se indefinido e mantido coeso pela identidade de seus componentes e leis fundamentais; não há mais uma hierarquização do mundo, como ocorria entre os gregos. Originaram-se o ceticismo e a perplexidade, com novas aparelhagens, novos fatos e fenômenos, levando a novos fatos, à transcendência da limitação imposta pela natureza e a uma fase instrumental da ciência. O transcendentalismo retorna eventualmente quando há falhas para se responder adequadamente às nossas questões.

Os experimentos deveriam ser amplamente disseminados e indubitáveis, pois levariam a verdades gerais, se razoavelmente inferidas. A razão de seu sucesso estava na grande vantagem de seu método que, de um caos de experimentos, deu forma às Ciências. O

empirismo, assim como a prática disciplinar, pode levar à criação de hipóteses que devem ser avaliadas experimentalmente, o que leva às teorias.

A experiência implica em intervenção do observador sobre o objeto ou fenômeno observado, alterando de alguma forma o seu estado natural para demonstrar algo subjacente à realidade observada. Os modos de observação devem ser adequados aos objetos que são observados, sendo necessário um exame preliminar daqueles que queremos conhecer para avaliar os meios mais convenientes de observá-los. Deve haver critérios verificáveis, transformados em regras. Estes aspectos foram claramente delineados por Harvey, Haller e Spallanzani.

Quanto à lógica da observação, há sempre um método melhor. O melhor é aquele que é rigoroso, que parte da apreciação do objeto e se concentra nas partes distintas que mereçam verdadeiramente atenção, sendo guiado pela razão, sem violentar as observações. O observador não deve perder o que ocorre nas suas pesquisas e sim, imaginar novas experiências para interrogar mais a natureza. A repetição das experiências é um traço da “boa observação” e garantia do alcance do conhecimento verdadeiro, validando a experiência.

Multiplicar as observações é uma necessidade estabelecida para padrões de variação. A variação de observações permite conhecer os objetos em todos os pontos de vista e fortalecer as provas. Podemos fazê-lo visando a analogias. Uma série de experiências implica em uma noção ordenada de experiências destinadas à observação de um dado fenômeno ou propriedade, que só pode ser examinado e comprovado por meio da série. As séries responderiam a uma mesma questão.

Apenas com técnicas sabiamente concebidas, ensaiadas e adequadamente executadas haverá maior garantia de sucesso. O cientista procura reduzir o que vê e experimenta os conceitos, confronta as suas ideias com as dos seus pares, folheia publicações e define táticas que lhe assegurem a vitória. Ele verifica se a tática delineada é eficaz ou não, pois esta deve ser adequada, senão ele deve ensaiar e programar alterações que pareçam se impor. A via experimental requer observação, teste e ensaios para o seu estudo; observar, medir e analisar leva a avanços espaço-temporais complexos. É essencial: a) *Observar*, ver o que se passa com as variantes do jogo; b) *Testar e ensaiar*, isto é, experimentar os meios que nele empenhou, a trama da tática delineada e empregada que pode levar à vitória.

Observar não deve ser apenas com os olhos físicos do cientista; o conceito de observador tem que ser mais amplo do que o de espectador, pois um cientista não se limita apenas a “ver” sem intervir; a interferência também é uma observação. E *experimental* não é apenas a ação de manipulações de instrumentos ou aparelhos físicos; também é cálculo e lógica, onde procuramos reproduzir os dados experimentais, além dos *Gedankenexperimente*, ou experimentos mentais anteriores à experimentação em si, para pré-avaliá-la. E entender é uma consequência do observar atento, bem realizado e pensado. Podemos separar os modos de análise em Observação, Observação Intervencionista e Experimentação – sendo que esta é uma observação intervencionista muito mais elaborada.

A Ciência procura por um objetivo mais profundo através das suas análises experimentais. Mas a subjetividade termina por afetá-la devido às dificuldades de percebermos diretamente o que está ocorrendo.

Apenas a Ciência Experimental serve de base segura para um realismo incontroverso. A obsessão simplista pela representação - pensamento e pela teoria à custa da intervenção, do experimento e da ação leva ao idealismo, um beco sem saída filosófico. Mas mesmo a experimentação pode levar a erros, se não for realizada com a mente aberta a hipóteses e a raciocínios alternativos.

A causalidade foi outro fator importante no desenvolvimento da Ciência. As diferentes causas de cunho aristotélico fornecem um método interessante de análise. Os diferentes tipos de causa levam a questionar as diferentes razões possíveis para um mesmo evento, complementando-se e questionando-se mutuamente. Na Ciência Moderna, focamos apenas nas causas materiais e finais, quando muito. Portanto perdemos boa parte do questionamento do mundo real e das respostas possíveis para um mesmo fato, fenômeno, constructo ou objeto e, assim, perdemos um grande acesso potencial à Realidade. Esse diálogo entre as causas permite tanto uma visão mais crítica quanto mais criativa. Onde vamos colocar as semelhanças e as representações quando desconhecemos as causas?

Há uma necessidade de recuperarmos a noção de Filosofia da Natureza, reunindo Ciência e Filosofia em um único diálogo. O diálogo interdisciplinar é imprescindível para o Conhecimento e para a Ação nos seres humanos, assim como a experimentação. Há uma realidade maior, independente do nosso conhecimento específico, da qual nos aproximamos quando utilizamos o Conhecimento. As contradições que surgem, tanto internamente quanto

externamente, podem levar a um aprofundamento interno a cada Ciência. Esta proposta permitirá um diálogo interno paralelo à análise experimental e relativística para deixarmos de pensar apenas relativisticamente. Mas não podemos deixar que a procura da realidade através da Experimentação, das suas extensões e do seu aperfeiçoamento seja deixada de lado. O conhecimento como prática é imprescindível para obtermos o Conhecimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEL. Plato um die Medizin seiner Zeit. **Gesnerus** 14: 104. *In* HARRIS, 1973.
- AIRD, W.C. Discovery of the Cardiovascular System, from Galen to William Harvey. **Journal of Thrombosis and Haemostasis** 9 (Supp. 1): 118 – 129. 2011.
- ALBUTT, CLIFFORD. **Greek Medicine in Rome**. Londres. 1921.
- ALFONSO-COLDFARB, A.M. & BELTRAM, M.H.R. (Orgs.). **O saber fazer e seus muitos saberes: experimentos, experiências e experimentações**. Livraria da Física Editora / Editora PUC-SP/FAPESP. São Paulo. 2006.
- AMORIM DA COSTA, A.M. **A procura e a descoberta da ordem e da desordem no Universo**. *In* ALFONSO-COLDFARB, A.M. & BELTRAM, M.H.R. (Orgs.). **O saber fazer e seus muitos saberes: experimentos, experiências e experimentações**. Livraria da Física Editora / Editora PUC-SP/FAPESP. São Paulo. 2006. Pp. 253 – 281.
- ARAÚJO FILHO, W.D. **A gênese do Pensamento Galileano**. Livraria da Física Editora. São Paulo. 2008.
- ARISTÓTELES. **Generation of Animals**. Trad. Peck. Cambridge (EUA) / Londres (Inglaterra). Harvard University Press. 1942.
- ARISTÓTELES. **De Historia Animalium** 3.3, 513<sup>a</sup> 30ss. Vol. 4. Oxford. 1910. Thompson, D'arcy (Tranls.). *IN* HARRIS, 1973.
- ARISTÓTELES. **History of Animals. Books I-III**. Harvard University Press. Cambridge, Mass., EUA / Londres, Inglaterra. 1965.
- ARISTÓTELES. **De partibus Animalium** *In* HARRIS, 1973.
- ARISTÓTELES. **Órganon**. Edson Bini (trad.). Bauru. Editora Profissional. 2<sup>a</sup> Edição Revista. 2010.
- ARISTÓTELES. **Parts of Animals** 3.4, 666<sup>b</sup> 27 – 30. A.L. Peck & E.S. Foster (trads.). Cambridge, EUA / Londres, Inglaterra. Harvard University Press. 2006.

AUBERT, H. & WIMMER, F.R. **Aristotles De Animalium Historia etc. Thierkunde kritischberichter Text mit deutscher Übersetzung etc.** Nota ao Vol. 1, p. 319. 1868. In HARRIS, 1973, p. 132..

BAPTISTA, A.M. **O discurso pós-moderno contra a ciência – Obscurantismo e irresponsabilidade.** Lisboa. Gradiva. 2002. In ALFONSO-COLDFARB, A.M. & BELTRAM, M.H.R. (Orgs.). **O saber fazer e seus muitos saberes: experimentos, experiências e experimentações.** Livraria da Física Editora / Editora PUC-SP/FAPESP. São Paulo. 2006.Pp. 255-256.

BERGSON, HENRI. **Cartas, Conferências e Outros Escritos.** São Paulo. Nova Cultural. 2005.

BERGSON, HENRI. **Creative Evolution.** Minnesota, Nova Iorque. Dover Publications, Inc. 1998.

BOYLAN, MICHAEL. Galen: on blood, the pulse, and the arteries. **Journal of the History of Biology.** 2006.

CANGUILHEM, GEORGES. **O Normal e o Patológico** 6ª. Edição. 3ª reimpressão. Rio de Janeiro. Forense Universitária. 2010.

CARTWRIGHT, NANCY. **How the laws of Physics Lie.** Oxford / New York. Clarendon Press /Oxford University Press 2002.

CHALMERS, ALAN F. **O que é Ciência, Afinal?** São Paulo. Editora Brasiliense. 1993.

COHEN, I.B. The eighteenth century origins of the concept of the concept of scientific revolution. **Journal for the History of Ideas** 37: 257 – 288. 1976.

COLLINS, DEREK. **Magia no Mundo Grego Antigo.** São Paulo. Editora Madras. 2008.

CORBIN, ALAIN; COURTINE, JEAN-JACQUES & VAGARELLI, GEORGES. **História do Corpo.** Vol. 1. Petrópolis. Editora Vozes. 2008.

CRUTTWELL, PATRICK. Physiology and Psychology in Shakespeare's Age. **Journal of the History of Ideas** 12(1): 75-89. Jan., 1951.

CUNNINGHAM, ANDREW. 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. 2002.

CUNNINGHAM, ANDREW. The pen and the sword: recovering the disciplinary identity of physiology and anatomy before 1800. II. Old anatomy – the pen. **Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences** 34: 51 – 76. 2003.

DERENNE, J-PH.; DEBRU, A.; GRASSINO, A.E.; WHITELOW, W.A. History of diaphragm physiology: the achievements of Galen. **European Respiratory Journal** 8: 154–160. 1995.

DIDEROT, DENIS & D’ALEMBERT, JEAN RONDO. **Encyclopédie ou Dictionnaire Raisonné des Sciences, des Arts, des Métiers**. Paris. Lucques. 1758 – 1776. In AMORIM DA COSTA, A.M. **A procura e a descoberta da ordem e da desordem no Universo**. Apud ALFONSO-COLDFARB, ANA MARIA & BELTRAM, MARIA HELENA ROXO (Orgs.). **O saber fazer e seus muitos saberes: experimentos, experiências e experimentações**. Livraria da Física Editora / Editora PUC-SP/FAPESP. São Paulo. 2006. Pp. 253 – 281.

FAGOT-LARGEAULT, ANNE; MORANGE, CLAUDE DEBRU & HAN, HEE-JIN. **Philosophie et médecine en hommage à Georges Canguilhem**. Paris. Librairie Philosophique J. Vrin. 2008.

FÁHREIS. Empty arteries. **15th International Congress for the History of Medicine**. Madrid. 1957. In HARRIS, 1973.

FRANKLIN, K.J. Valves in the veins. An historical survey. **Proceedings of the Royal Society of Medicine** 21: 4. 1928.

FRENCH, R.K. The Thorax in History. 2. Hellenistic Experiment and Human Dissection. **Thorax** 33: 153 – 166. 1978,

FUCHS, R. **Die Heilkunde in den hippokratischen Schriften**. In HARRIS, 1973.

GIGLIONE, GUIDO. What ever happened to Francis Glisson? Albrecht Haller and the fate of eighteenth-century irritability. **Science in Context** 21(4): 465 – 493. 2008.

GLISSON, 1672. **Ad Lectorem**. In GIGLIONE, 2008.

GOFF, JACQUES LE & TRUONG, NICOLAS. **Uma História do Corpo na Idade Média.** Civilização Brasileira. Rio de Janeiro. 2010.

HACKING, IAN. **Múltiplas Personalidades e as Ciências da Memória.** Rio de Janeiro. José Olympio Editora. 2000.

HACKING, IAN. Inaugural lecture: Chair of Philosophy and History of Scientific Concepts at the Collège de France, 16 January 2001. **Economy and Society** 31 (1): 1–14. 2002.

HACKING, IAN (Ed.). **Scientific Revolutions.** Oxford. 1981. P. 144f. *In:* HACKING, I. **Representing and Intervening. Introductory topics in the philosophy of natural science.** Edição Internacional. Cambridge University Press. 2008.

HACKING, IAN. **Representing and Intervening. Introductory topics in the philosophy of natural science.** Edição Internacional. Cambridge University Press. 2008.

HEISENBERG, WERNER. **A Ordenação da Realidade.** Rio de Janeiro. Forense Universitária. 2009.

HALL, THOMAS S. **History of General Physiology. 600 B.C. to A.D. 1900. From Pre-Socratic Times to the Enlightenment.** The University of Chicago Press. Chicago & Londres. 1975.

HALLER, ALBRECH VON. **Mémoires sur les Parties Sensibles et Irritables du corps Animal. Tome Quatrième. Contenant les Responses faites a Differentes Objections.** Paris. 1760.

HARRIS, C.R.S. **The Heart and the Vascular Greek Medicine. From Alcmeon to Galen.** Oxford. The Clarendon Press. 1973.

HARVEY, WILLIAM. **An Anatomical Disquisition on the Motion of the Heart and Blood in Animals.** Edição Internacional. Encyclopædia Britannica, Inc. [1952] 1628.

HARVEY, WILLIAM. **The First Disquisition on the Circulation of Blood, addressed to John Riolan.** Edição Internacional. Encyclopædia Britannica, Inc. [1952] 1628.

HOLTON, GERALD. **The Scientific Imagination.** Cambridge / Massachussets. Inglaterra. Harvard University Press.

- HENRY, JOHN. **A Revolução Científica**. Rio de Janeiro. Jorge Zahar Editora. 1978.
- HOUAISS. **Dicionário Eletrônico de Língua Portuguesa 1.0**. Fundação Houaiss e Editora Objetiva. 1990.
- HUTA, C. Les observations de François Huber sur les abeilles selon la lecture de Jean Senebier (1802). **Archives des Sciences** 50(3): 190. *In* ALFONSO-COLDFARB, A.M. & BELTRAM, M.H.R. (Orgs.). **O saber fazer e seus muitos saberes: experimentos, experiências e experimentações**. Livraria da Física Editora / Editora PUC-SP / FAPESP. São Paulo. 2006. P. 247.
- HUXLEY, T.H. On certain errors respective the structure of the heart attributed to Aristotle. **Nature** 21: 1 – 5. 1880.
- JAPIASSU, HILTON & MARCONDES, DANILO. **Dicionário Básico de Filosofia**. Rio de Janeiro. Jorge Zahar Editora. 1989.
- KOYRÉ, A. **Estudos e História do Pensamento Científico**. Rio de Janeiro. Editora Forense Universitária. 1991
- KUDLIEN, F. Poseidonus und die Aertzeschule der Pneumatiker. **Hermes** 90.1962.
- KUHN, T.S. **A Tensão Essencial**. Biblioteca de Filosofia Contemporânea. Portugal. Edições 70.1977.
- KUHN, T.S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. Coleção Debates: Ciência. São Paulo. Editora Perspectiva. 2005.
- 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. **Early Greek Science: Thales to Aristotle**. EUA / Inglaterra. W.W. Norton & Company. 1973.
- MACHEREY, P. **A Filosofia da Ciência de Georges Canguilhem**. *In*: Georges Canguilhem. **O Normal e o Patológico**. Rio de Janeiro. Editora Forense. 6ª Edição, 3ª Reimpressão. 2010. Págs. 257 – 259.

MARKELLINOS. **De Pulsibus**. Ed. Schoene. Festschrift zur 49. Versammlung Deutscher Philology und Schulmann. Basel. 1907. PP. 448 – 471. *In* HARRIS, 1973, p. 190.

MÜHSAN, E. Zur Lehre von Bau und Bedeutung des Menschlichen Herzes in klassischen Altertum. **Janus** 15: 797 – 831. 1910.

NEUBURGER, M. & PAGEL, J. **Handbuch der Geschichte der Medizin**. Jena. 1902. *In* HARRIS, 1973.

PAGEL, W. **William Harvey's Biological Ideas. Selected aspects and historical background**. Basel/New York. S. KARGER. 1967.

PAPENEAU, DAVID. **Filosofia. Grandes Pensadores e Principais Escolas Filosóficas**. São Paulo. Publifolha. 2009.

PICKERING, ANDREW. **Science as Practice and Culture**. Chicago. Chicago University Press. 1992.

POPPER, KARL. **A Lógica da Pesquisa Científica**. São Paulo. Editora Cultrix. 2004.

PRICE, DEREK DE SOLLA. **A Ciência desde a Babilônia**. Editora Itatiaia/Editora da Universidade de São Paulo. 1976.

REECE, W.O. **Fisiologia de Animais Domésticos**. São Paulo. Editora Roca. 1996.

RUDOLPH, GERHARD. La méthode hallérienne en physiologie. **Dix-Huitième Siècle** 23: 75 – 84. 1991.

RUFUS. **De Anat. Corp. Hum. Part.** *In* HARRIS, 1973

RUSS, JACQUELINE. **Os Métodos em Filosofia**. Petrópolis. Editora Vozes. 2010.

SIEGEL, RUDOLPH E. Historical Milestones. Galen's experiments and observations on pulmonary bloodflow and respiration. **American Journal of Cardiology** 10. 1962a.

SIEGEL, The influence of Galen's doctrine on the development of modern conceptions of the circulation. **Archives fur Gesch. d. Med.** xIvi. 1962b.

SIEGEL, Galen's ideas on the heartbeat. **XIX Congress on the History of Medicine**. Basel. 1964.

SIEGEL, Why Galen and Harvey did not compare the heart to a pump. **American Journal of Cardiology** 15. 1967.

SPALLANZANI. **Nouvelles Recherches sur les Decouvertes Microscopiques et la Génération des Corps Organisés, Ouvrage tradute de l'Italien de M. L'Abbé Spallanzani, Professeur de Philosophie à Modène. Et dédié à son altesse, Monseigneur le Prince de Marsan, par M. L' Abbé Regley, Aumônier de son Altesse avec des Notes, des Recherches Physiques et Metaphysiques sur la Nature et la Religion, & une nouvelle théorie de la Terre. Par M. De Needham, Membre de la Societé Royale des Sciences & de celle des Antiquaires de Londres, &correspondent de l' Académie des Sciences de Paris**. Premier Partie. A Londres e a Paris. Chez Lacombe, Librairie, rue Christine, prés la Rue Dauphine. 1769.

SPALLANZANI. **Éxperiences pour servir a L' Histoire de la Génération des Animaux et des Plantes ; par M. L' Abbé Spallanzani, Professeur d'Histoire Naturelle dans l'Université de Pavie & Membre de diverses Académies. Avec une Ébauche de L'Histoire des Etres Organisés avant leur fécondation ; par Jean Senebier, Ministre du Saint-Evangile & Bibliothécaire de la République de Gènevè**. A Geneve, chez Barthelemi Chirol, Libraire. 1785.

TEMKIM, O. On Galen's pneumatology. **Gesnerus** 8: 180 – 189. 1951.

TIMM, M.I; ROCHA, A.C.B.; SCHNAID, F.; ZARO, M.; & CHIARAMONTE, M. A virada computacional da filosofia e sua influência na pesquisa educacional. **Ciências e Cognição** 4(11): 2-20. 2007. Acessado em 27 de Agosto de 2013.

TOMEY, MATTHEW; KOMOTAR, RICARDO J. & MOCCO, J. Herophilus, Erasistratus Arateus and Galen: ancient roots of the Ball-Magendie Law. **Neurosurgery Focus** 23(1): E12. 2007.

WILLIS, R. & GUYTON, A.C. **The Works of William Harvey**. Classics in Medicine and Biology Series. Filadélfia. University of Pennsylvania Press.1989.

WHITTERIDGE, GWENETH. Book Reviews: William Harvey's Biological Ideas. Selected aspects and historical background. By Walter Pagel. 1967. **The British Journal for the History of Science**: 68-69. 1967.

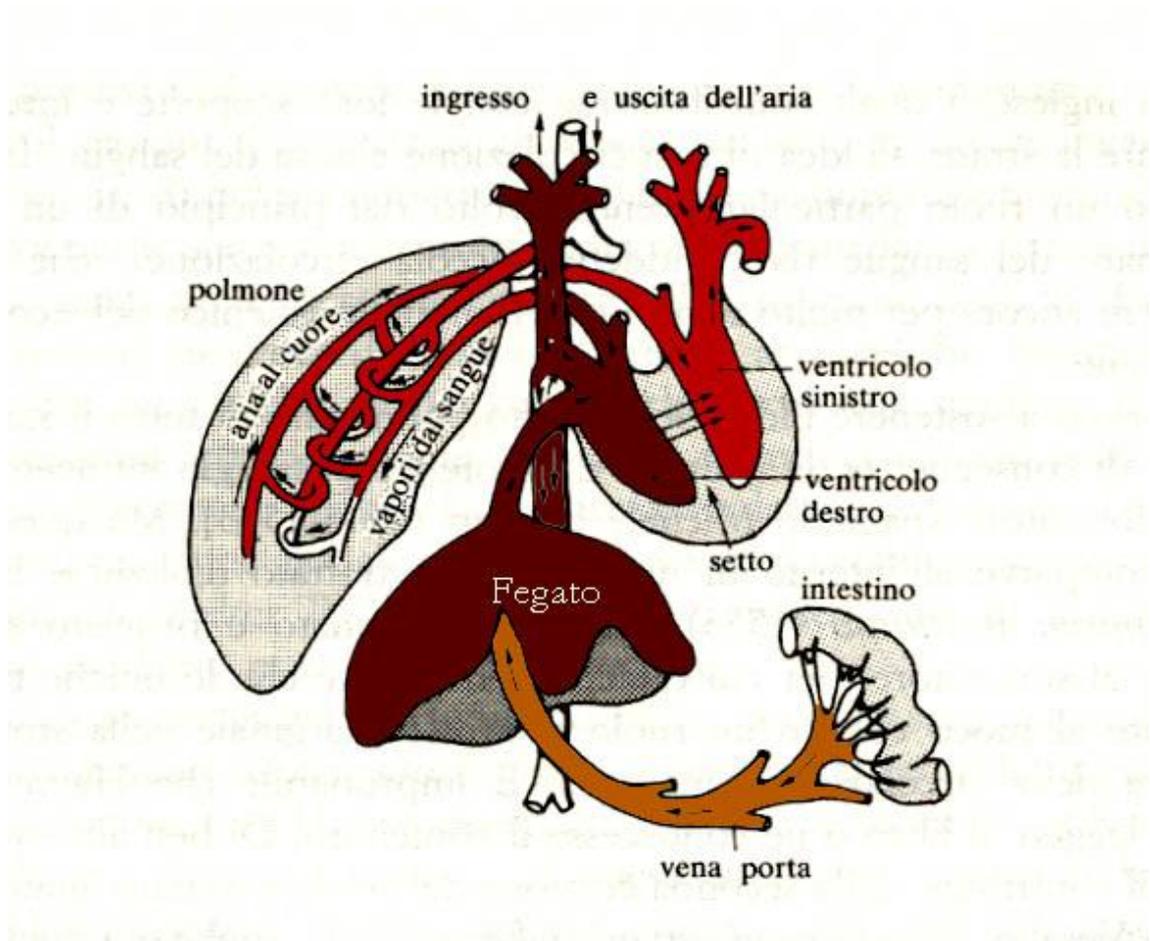
WITHERS, PHILIP C.. **Comparative Animal Physiology**. Ed. Internacional. Saunders. 1992.

WOLF, A. **A History of Science, Technology and Philosophy in the 16<sup>th</sup> & 17<sup>th</sup> Centuries**. Gloucester, Massachussets. Peter Smith. 1968.

**Anexos:**



A



B

Figura 1. A. Galeno. B. A circulação em Galeno

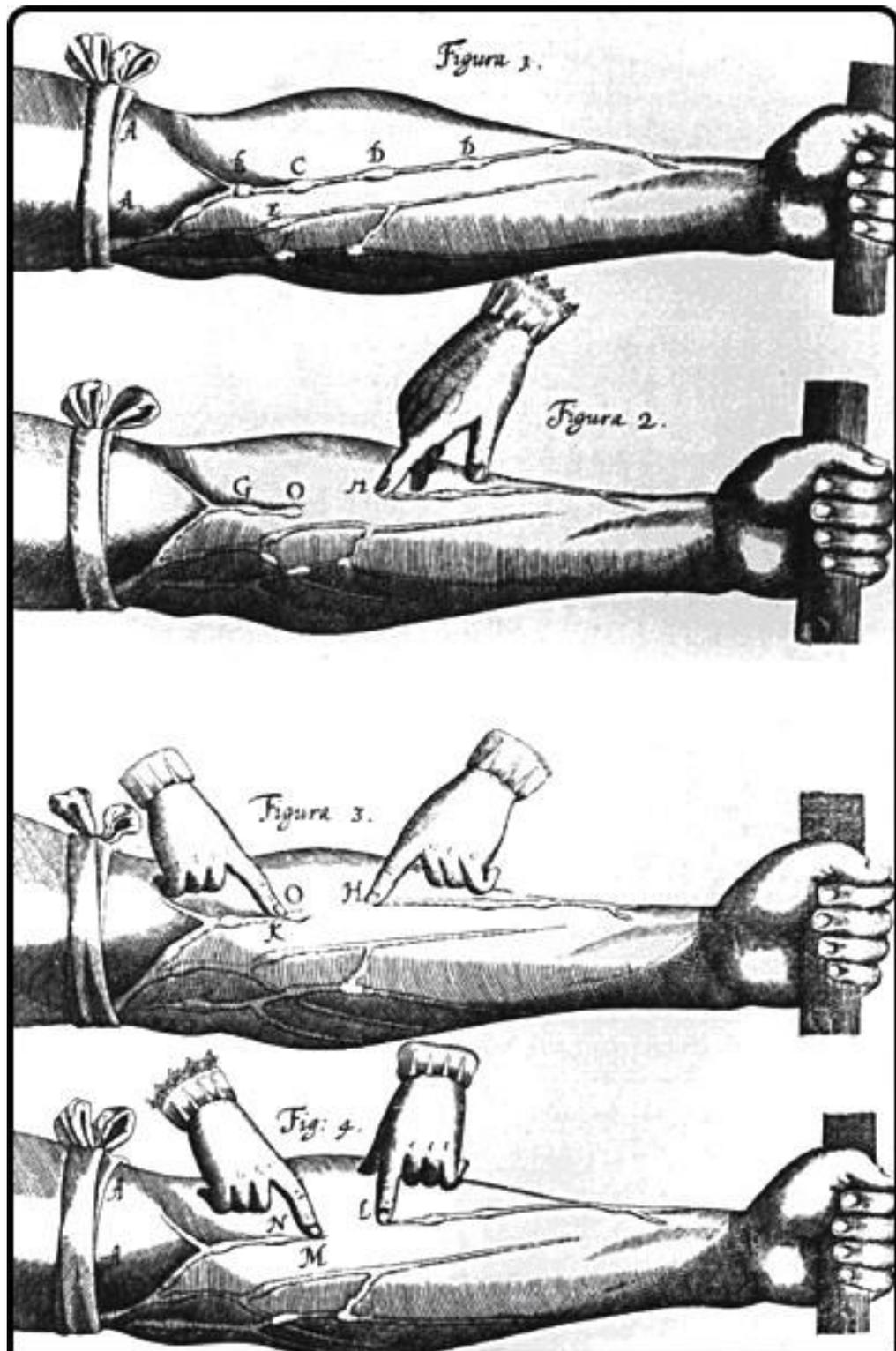
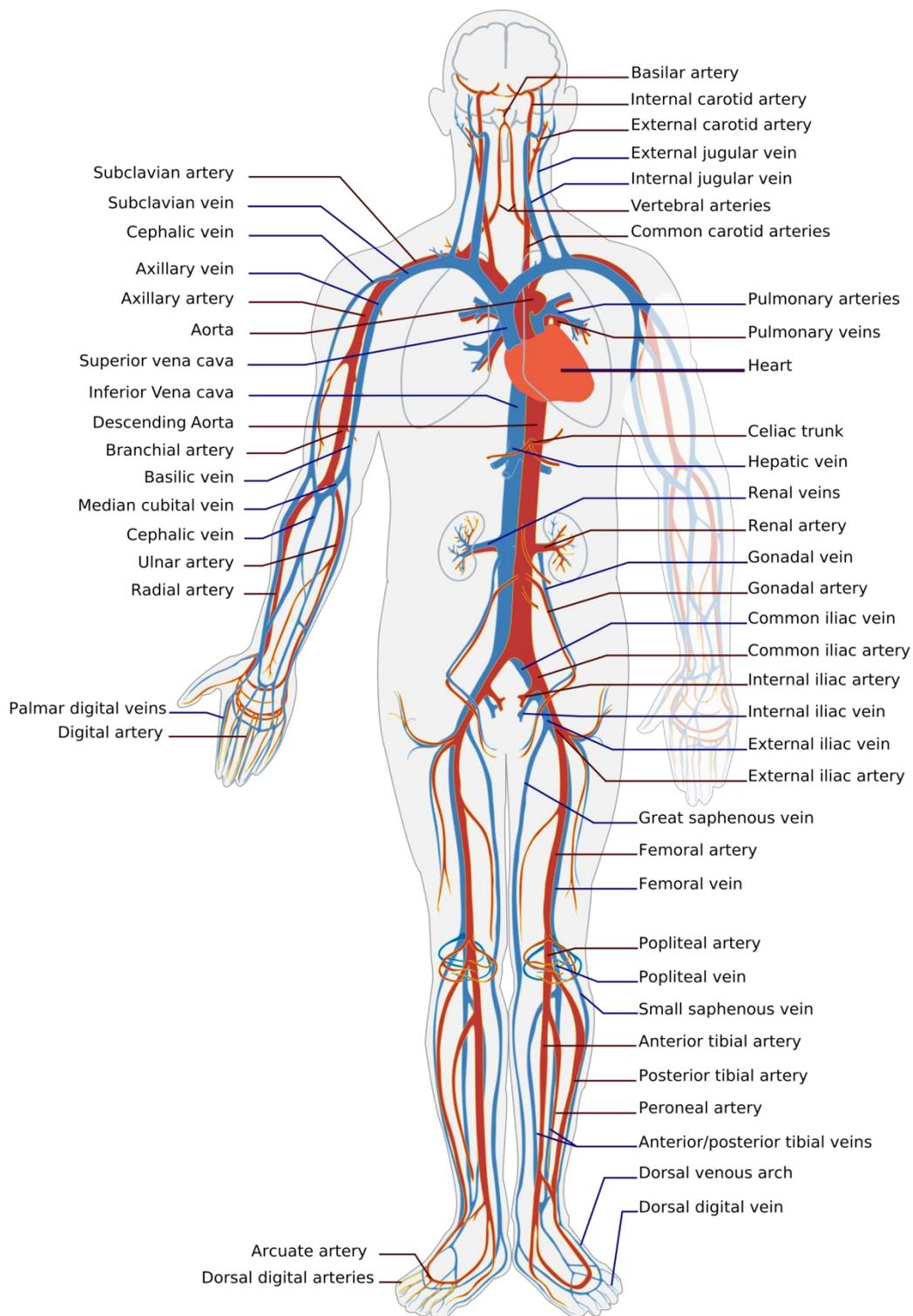
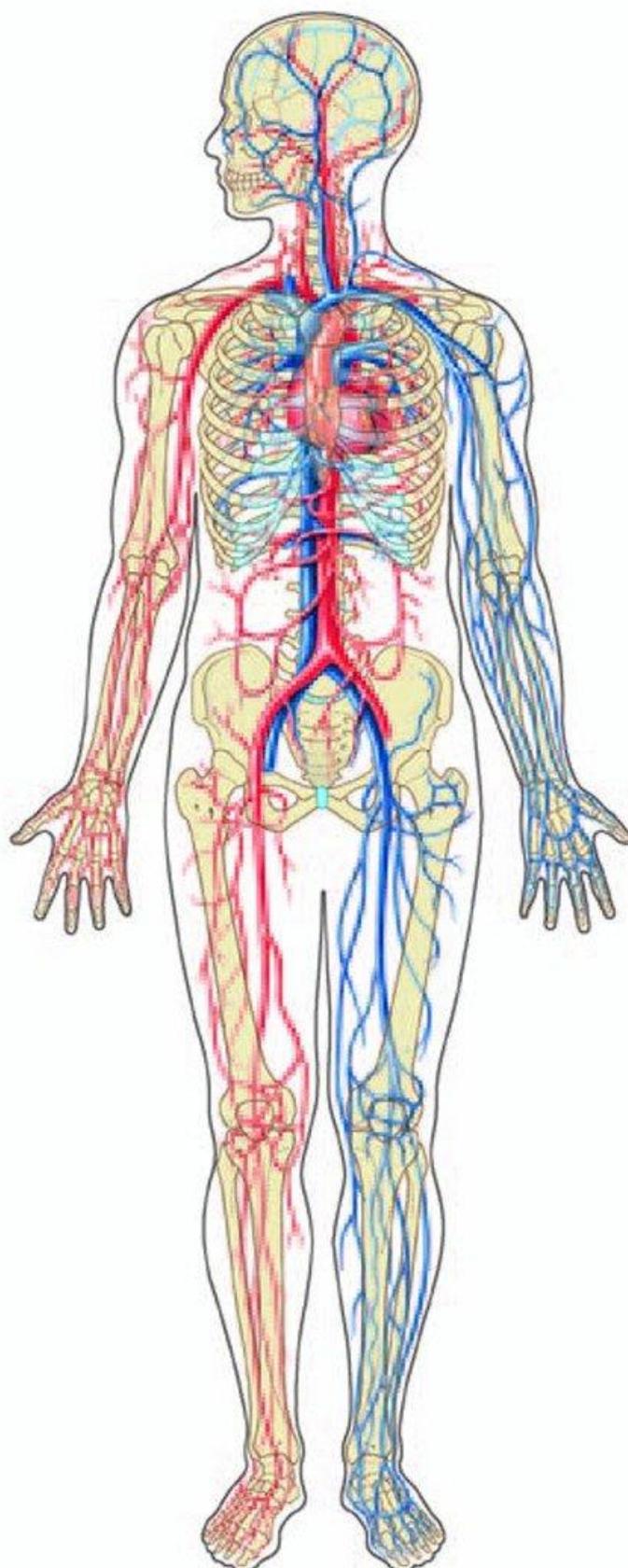


Figura 2. Os experimentos de bloqueio de vasos por bandagem por Harvey.



**Figura 3. O Sistema Circulatorio, como o concebemos atualmente**



**Figura 4. O Sistema Circulatório, como o concebemos atualmente.**

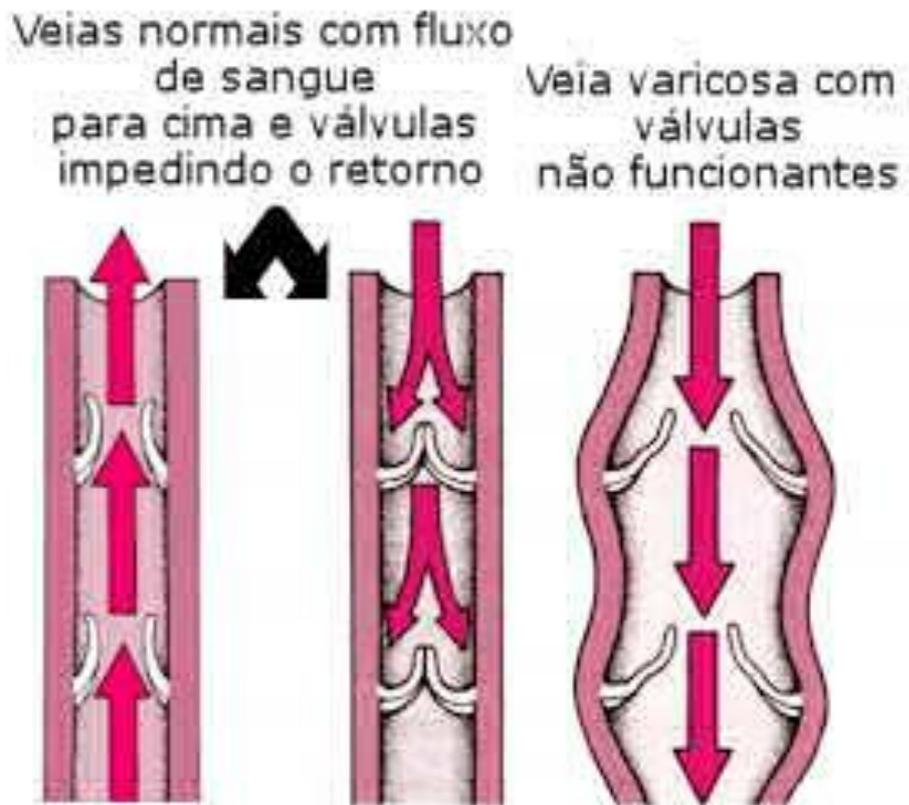
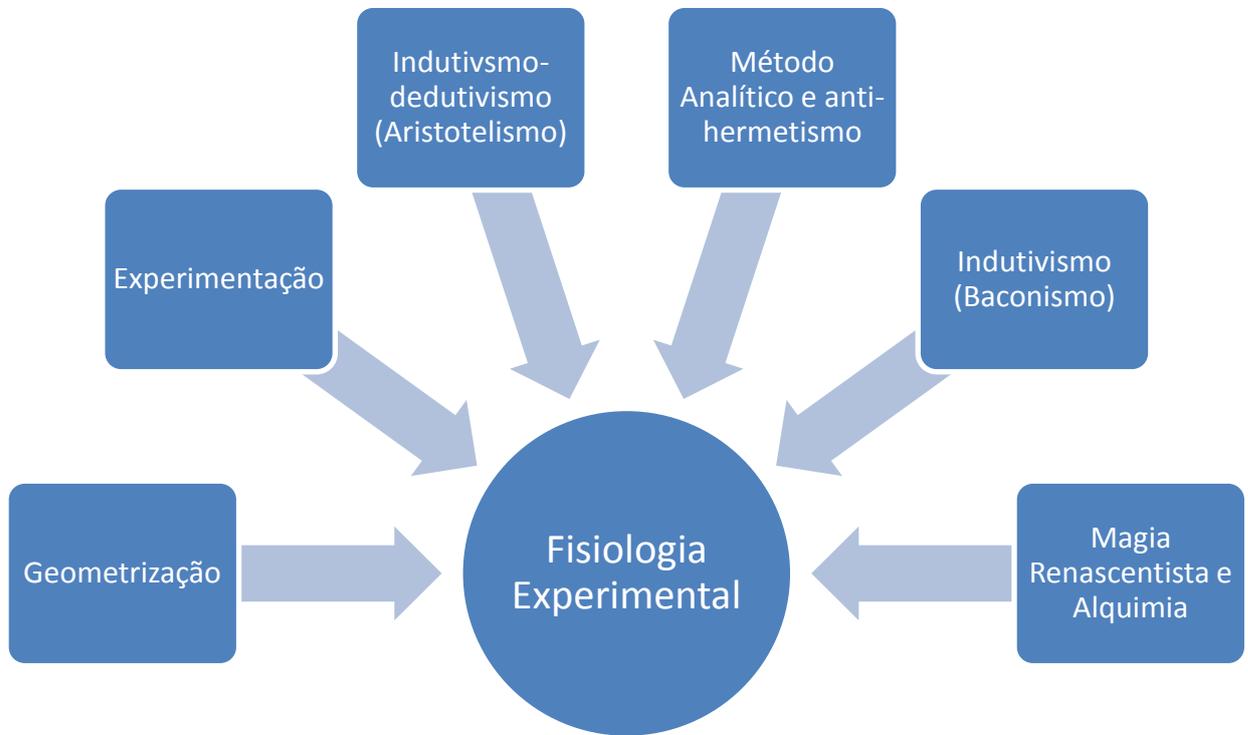
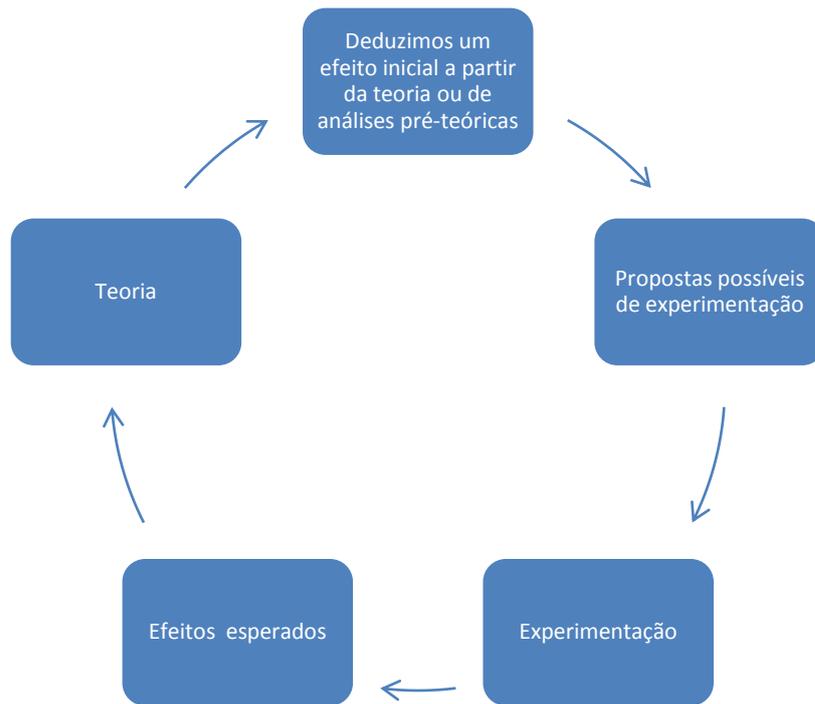


Figura 5. As valvas (atualmente válvulas) do Sistema Nervoso e o seu funcionamento.



**Figura 6. As origens da Fisiologia Experimental.**



**Figura 7. O Método Científico da Fisiologia: Ao estudarmos a Natureza...**