

Ciência & Educação (Bauru)



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. Fonte: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/jJmsz89TPKv6sVc56XX4Std/?lang=pt#>. Acesso em: 10 set. 2021.

REFERÊNCIA

DELIZOICOV, Nadir Castilho; CARNEIRO, Maria Helena da Silva; DELIZOICOV, Demétrio. O movimento do sangue no corpo humano: do contexto da produção do conhecimento para o do seu ensino. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 10, n. 3, p. 443-460, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132004000300009>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/jJmsz89TPKv6sVc56XX4Std/?lang=pt#>. Acesso em: 10 set. 2021.

O MOVIMENTO DO SANGUE NO CORPO HUMANO: DO CONTEXTO DA PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO PARA O DO SEU ENSINO

The motion of blood in human body: from the knowledge production context to its teaching

Nadir Castilho Delizoicov¹
Maria Helena da Silva Carneiro²
Demétrio Delizoicov³

Resumo: A partir de um estudo histórico-epistemológico das explicações de Galeno e de Harvey sobre o movimento do sangue no corpo humano, discute-se o papel da História da Ciência na formação de professores. O foco do artigo está no enfrentamento de problemas oriundos do ensino descontextualizado historicamente de analogias que se acham imiscuídas nos conteúdos da Biologia, bem como daqueles relativos à concepção da natureza do conhecimento científico presente entre professores das ciências naturais. Numa perspectiva referenciada no epistemólogo e médico polonês Ludwick Fleck, as categorias analíticas – “estilo de pensamento”, “coletivo de pensamento” e “circulação inter e intracoletiva de idéias e práticas” – são usadas para uma análise das duas interpretações que se sucederam para explicitar o movimento do sangue no corpo humano. Recomenda-se o uso de bibliografias e a produção de textos adequados à inserção da História e da Filosofia das Ciências nos currículos escolares, particularmente o de formação de professores.

Unitermos: História e Filosofia da Ciência, analogias, circulação sangüínea, formação de professores.

Abstract: Based on a historical and epistemological study of the explanations of Galeno and Harvey about the movement of blood in the human body, this paper discusses the role of the History of Science in teacher education. The article focuses on the confrontation of problems stemming from historically decontextualized teaching of analogies found within the content of Biology. It also discusses those problems related to conceptions about the nature of scientific knowledge found in science teachers. Based on the concepts of Polish epistemologist and physician Ludwick Fleck, the analytical categories – “style of thinking”, “collective thinking” and “inter and intra-collective circulation of ideas and practices” are used for an analysis of two successive interpretations that have been used to explain the movement of blood in the human body. The use of bibliographies is recommended as well as the production of texts suitable for the insertion of the History and Philosophy of Sciences in school curricula, particularly those concerning teacher education.

Keywords: History and Philosophy of Science, analogies, blood circulation, teacher education.

Analogias e História da Ciência

As analogias estão ligadas à cognição humana e como tal acham-se, por vezes, imiscuídas na explicitação de determinados conhecimentos. Muitas delas tiveram sua gênese permeada pela visão de mundo da época em que foram elaboradas. A comparação da função do coração

¹ Programa de Pós-Graduação em Educação – Universidade do Oeste de Santa Catarina – Unoesc e Grupo de Estudos e Pesquisa em Ensino de Ciências Naturais de Santa Catarina – Gepecisc – UFSC.
(e-mail: ridanc@terra.com.br)

² Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação da Universidade de Brasília – UnB.
(e-mail: mhsilcar@unb.br)

³ Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC – Grupo de Estudos e Pesquisa em Ensino de Ciências Naturais de Santa Catarina – Gepecisc – UFSC.
(e-mail: demetrio@ced.ufsc.com.br)

com a função de uma bomba hidráulica, por exemplo, emergiu no início da Idade Moderna sob uma visão mecânica do mundo. Esta analogia atravessou épocas e é amplamente utilizada em textos destinados aos vários níveis de ensino da Biologia (DELIZOICOV, N., 2002).

O uso de analogias no processo de ensino-aprendizagem das ciências naturais tem sido estudado por pesquisadores como Duit (1991), Sutton (1996), Venville e Treagust (1997), Glynn e Takahashi (1998), dentre outros. Estes autores destacam tanto o caráter facilitador como as dificuldades a serem enfrentadas quando da utilização de analogias e metáforas. Sutton (1996), por exemplo, sugere o uso de analogias articulado à História da Ciência como uma forma de contextualizar a sua gênese.

Delizoicov, N. (2002), em uma análise efetuada em livros didáticos do ensino fundamental, do ensino médio e em manuais utilizados na formação de professores de Biologia, detectou a total ausência de referências históricas que permitissem contextualizar a analogia “coração-bomba”. Além disso, em investigação (DELIZOICOV, N. 2002) realizada com professores dos dois primeiros níveis de ensino, utilizando entrevistas semi-estruturadas, evidenciou que essa analogia, apresentada de forma descontextualizada historicamente no ensino da circulação sanguínea humana, traz dificuldades para o processo de ensino-aprendizagem desse tema. Os professores investigados afirmaram não ter conhecimento sobre a gênese da analogia “coração-bomba” e nem sobre os aspectos históricos que nortearam os modelos interpretativos do movimento do sangue no corpo humano.

Lacunas no significado atribuído às analogias precisam ser superadas por meio da inserção da História da Ciência na formação do professor, quando o contexto de significação da analogia pode ser explicitado. A inclusão da História e da Filosofia da Ciência, sua necessária aliada, poderia, ainda, auxiliar o futuro docente para uma compreensão contextualizada do conhecimento, com possíveis reflexos no ensino. Seria possível, por exemplo, explorar o estabelecimento e a disseminação de conceitos, de aspectos históricos e visões de mundo que acabam por interferir na elaboração de analogias.

No entanto, como sabemos, há posições favoráveis e posições contrárias à inserção da História e da Filosofia da Ciência no ensino das ciências naturais. Entre as não favoráveis encontra-se a de Abrantes (1988). Neste trabalho, o autor, entre seus argumentos, questiona se um físico que conhece a história da física será melhor do que aquele que a desconhece. Ainda que essas observações possam ser consideradas para a formação do físico, elas parecem não ser adequadas para a formação de docentes, como o próprio autor reconhece em trabalho mais recente (ABRANTES, 2002). Há posições favoráveis, as quais apontam uma série de benefícios que este tipo de abordagem pode trazer para a formação do professor e, conseqüentemente, para seus futuros alunos. Zanetic (1988), por exemplo, defende a inserção da História e da Filosofia da Ciência nos cursos de formação de professores, considerando que, mesmo que os professores não estejam familiarizados ou seguros para realizar uma abordagem de conteúdos a partir da História e da Filosofia da Ciência, ela, de alguma forma, “alimentará suas aulas”. Contudo, como também destacam alguns trabalhos com posicionamento favorável, tais como Gagliardi e Giordan (1986), Gagliardi (1988), Robilota (1988), Matthews (1994, 1997), Giordan e Vecchi (1996), Solbes e Traver (1996), Lombardi (1997), Mayr (1998) e Peduzzi (2001), fica a questão: a que História da Ciência estamos nos referindo? Conforme abordaremos na seqüência deste artigo, nossa perspectiva está sintonizada com a conhecida posição: “a Filosofia da Ciência sem a História da Ciência é vazia; a História da Ciência sem a Filosofia da Ciência é cega”.

História da Ciência e a natureza do conhecimento científico

A exemplo de Harres (1999) e de Gil-Perez e colaboradores (2001), são vários os trabalhos que têm detectado uma concepção empirista/indutivista entre professores das ciências

naturais sobre a natureza do conhecimento científico. Dentre outras conseqüências de uma caracterização pouco consistente a respeito do empreendimento científico, ainda altamente presente nas distintas manifestações de docentes, Gil Perez e colaboradores (2001) destacam: a visão aproblemática e ahistórica, a visão cumulativa de crescimento linear, visão individualista e elitista e visão descontextualizada e socialmente neutra da ciência.

Neste artigo, pretende-se explorar a contribuição que a História da Ciência pode dar para uma problematização destes aspectos apontados sobre a natureza do conhecimento científico. Particularmente, o resgate histórico do surgimento, da aceitação e do uso do modelo de Harvey para a circulação do sangue é muito rico para subsidiar a discussão e a problematização das seguintes concepções: 1) os pressupostos segundo os quais a origem do conhecimento científico está na observação e na experimentação, como quer a concepção empirista; 2) que o crescimento do conhecimento científico é linear e essencialmente cumulativo; 3) uma concepção individualista e neutra de sujeito, que, ao tratar com um aparato lógico-matemático os dados observados, descobre as leis naturais e; 4) a imagem descontextualizada e socialmente neutra da ciência.

Assim, contrapondo-se a essas compreensões, serão apresentados e explorados neste artigo fatos históricos relativos ao movimento do sangue no corpo humano, a partir de uma perspectiva epistemológica, segundo a qual as observações e os experimentos são efetivados tendo presente pressupostos, incorporados pelo sujeito, que contribuem para a produção de conhecimentos e que não se reduzem apenas ao uso da lógica, conforme a concepção do empirismo lógico. Nesta perspectiva epistemológica, os pressupostos do sujeito que enquadram os observáveis são (ou virão a ser) compartilhados socioculturalmente no processo de historização, fazendo a mediação da interação de grupos de indivíduos com os problemas de investigação. Trata-se de uma análise epistemológica que tem como referência categorias descritas sucintamente a seguir e que foram desenvolvidas pelo médico polonês e epistemólogo Ludwik Fleck (1935), em seu livro "Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache". Neste trabalho foi utilizada a tradução do livro em espanhol: "La Génesis y el Desarrollo de un Hecho Científico" (FLECK, 1986).

Este autor tem sua proposição epistemológica contemporânea a de Popper e Bachelard, tendo publicado seu livro em alemão em 1935, assumindo como estes, posição crítica em relação ao empirismo lógico. Ainda que relativamente pouco conhecido pela área de pesquisa em educação em ciência, ele tem sido usado como referência em alguns trabalhos. Uma exposição da sua epistemologia e do seu potencial emprego é feita em Delizoicov, D. e colaboradores (2002), onde alguns trabalhos são citados, dos quais destacamos o de Delizoicov, N. (1995), que analisa a prática pedagógica de professores de ciências a partir da interação destes com o livro didático. Além deste, os seguintes trabalhos o têm como fundamentação: Castilho e Delizoicov, D. (1999); Leite, Ferrari e Delizoicov, D. (2001); Scheid, Delizoicov, D. e Ferrari (2003) que, tendo como finalidade o Ensino de Ciências, fazem uma análise histórico-epistemológica. O primeiro sobre o modelo de Galeno para o movimento do sangue no corpo humano, o segundo sobre as leis de Mendel e o último sobre a proposição do DNA.

As categorias utilizadas neste artigo para a análise epistemológica são: Estilo de Pensamento, Coletivo de Pensamento e Circulação Intracoletiva e Intercoletiva de Idéias (FLECK, 1986).

A categoria Estilo de Pensamento comporta de modo estruturado uma visão de mundo, um sistema fechado de crenças, um corpo de conhecimento que, além de elementos teóricos, caracteriza-se por uma linguagem própria e práticas específicas. O Estilo de Pensamento é determinado psico-sócio-historicamente e sua apropriação pelos indivíduos ocorre no processo de formação, passando a direcionar a observação e constituindo-se no elemento estruturador das conexões entre o sujeito e o objeto, fazendo a mediação das interações entre estes. Apesar de se apresentar como uma resistência – "harmonia das ilusões" – (FLECK, 1986) para um novo modo de olhar, de pensar e de

agir, o que poderia sugerir algo estático e permanente, é dotado de um dinamismo, segundo a argumentação de Fleck (1986), na medida em que se instala, se estende (período clássico) e se transforma, tanto por motivos relacionados às complicações nas soluções de problemas que apresenta, como pela circulação intercoletiva de idéias, oriundas de distintos estilos de pensamento.

O Coletivo de Pensamento agrega pesquisadores que compartilham um específico estilo de pensamento. A interação entre os membros de um coletivo e entre aqueles de distintos coletivos se dá, respectivamente, pela circulação intracoletiva e intercoletiva de idéias⁴. A circulação de idéias pode, dentre outros motivos, contribuir para a instauração, extensão e transformação de um estilo de pensamento. No entanto, como sabemos, neste processo, há também outros aspectos influenciando, para além da dimensão cognitiva.

Estas categorias foram fundamentais para examinar os modelos explicativos que se sucederam ao longo do tempo, sobre o movimento do sangue no corpo humano. O primeiro deles foi proposto por Cláudio Galeno (c.130-200 d.C.), considerado como o último grande médico da medicina antiga. O segundo modelo veio a público no início do advento da Ciência Moderna e foi proposto pelo médico inglês William Harvey (1578-1657), que realizou parte de seus estudos na Universidade de Pádua, importante centro de ensino médico da época, situado no norte da Itália. Os modelos propostos emergiram em diferentes épocas sob distintas visões de mundo e estilos de pensamentos médicos.

As informações de cunho histórico que subsidiaram a análise epistemológica realizada incluíram, além da tradução do trabalho de Harvey e de livros e artigos sobre História da Ciência e da Biologia, livros e artigos específicos sobre História da Medicina, particularmente da Cardiologia.

A concepção de Galeno sobre o sistema sangüíneo

Cláudio Galeno (c.130-200 d.C.), nascido em Pérgamo (costa Egea da Ásia Menor), ao propor seu modelo para explicar o movimento do sangue no corpo humano, se pautou em conhecimentos de anatomia e de fisiologia adquiridos durante a sua formação, em concepções assentadas em crenças mantidas pela tradição e na visão de mundo de sua época.

Segundo Bernal (1975, p. 237): “[...] O sistema galênico era uma hábil mistura de antigas idéias filosóficas, como a doutrina dos três espíritos ou almas [...] com fluxo e refluxo de espíritos e de sangue nas artérias e veias, o coração como origem do calor e os pulmões como foles de arrefecimento [...]”.

Para Galeno, tudo era determinado por um Deus e suas idéias exerceriam certa atração sobre o sistema Cristão, o que justifica a preservação de muitos dos seus escritos em detrimento daqueles de autores pagãos. Muitos dos conhecimentos específicos da medicina já estavam disponíveis⁵ quando Galeno explicitou sua interpretação sobre a origem, a função e o trajeto do sangue no corpo humano. Galeno se

⁴ A designação “circulação de idéias” é inadequada, uma vez que este processo de circulação, segundo o próprio Fleck (1986), inclui disseminação de procedimentos e de práticas.

⁵ A descrição de veias e artérias e a distinção entre elas já eram do conhecimento de Herófilo de Calcedônia (c. 300 a C.) e, Erasístrato de Quios (c. 260 a C.) já havia considerado o sangue como um fluido nutritivo e manufaturado no fígado a partir dos produtos da digestão, que, juntamente com os pneumas, era fonte de alimento e de movimento. Este fisiologista já havia descrito as artérias hepáticas, a artéria aorta e a artéria pulmonar, assim como o modo de fechamento das válvulas do coração. Para ele, dois pneumas – vital e animal – se imiscuíam no sangue para orientar as funções do organismo (SMITH, [1975] 1977; SINGER, [1956] 1996; KEY e colaboradores, 1979); supunha-se que as veias continham sangue e as artérias ar; os nervos eram ocos e transportavam um tipo de pneuma; um sistema tríplice de vasos, com tramas finas decorrentes de infinitas divisões se imiscuia no mais íntimo dos órgãos. Isto levou alguns estudiosos a inferir que Erasístrato postulou um tipo de anastomose. Há a compreensão de que este fisiologista esteve bem perto de uma autêntica interpretação da circulação sangüínea (SMITH, [1975] 1977; SINGER, [1956] 1996; KEY e colaboradores, 1979). Aristóteles já havia afirmado que o coração, no embrião, era o primeiro órgão a se formar e a se mover; que o sangue nele depositado carregava consigo a “cristalização” dos diversos órgãos do adulto; no coração, concentrava-se a vida, a fonte de calor e das sensações e, os vasos sangüíneos dele partiam; os ligeiros movimentos do coração de “empurrar e retrair” eram transmitidos a outras partes do corpo através de fibras a ele conectadas (SMITH, [1975] 1977; SINGER, [1956] 1996; RADL, 1988).

contrapôs a alguns de seus antecessores como, por exemplo, a Aristóteles, ao defender que os vasos partiam do fígado e não do coração; a Herófilo e a Erasístrato, ambos da Escola de Alexandria, ao considerar a existência de três pneumas (princípio vital incorporado do mundo exterior no ato da respiração) e não de quatro ou dois, como supunham, respectivamente, esses dois pensadores; a Erasístrato, que afirmava existir ar nas artérias quando para Galeno elas continham sangue (SMITH, [1975]1977).

Baseando-se em Erasístrato, Galeno considerava que o pneuma chegava aos pulmões através da traquéia e ao coração através da artéria venosa (atual veia pulmonar), abrigando-se no lado esquerdo desse órgão (SMITH, [1975] 1977; SINGER, [1956] 1996; PORTO, 1994; NAMORA, 1989). Esse pneuma, chamado vital, comandava os movimentos involuntários, gerava a alegria, a dor, os prazeres, as paixões e era distribuído com o sangue através das artérias (SINGER, [1956] 1996; PORTO, 1994; NAMORA, 1989). Assim como os médicos alexandrinos, Galeno pensava que os plexos cerebrais segregavam o pneuma animal, distribuído com o sangue através dos nervos (acreditava-se serem ocos), que orientava os movimentos voluntários e os fenômenos intelectuais (SINGER, [1956] 1996; NAMORA, 1989). O cérebro era o centro das sensações e dos movimentos voluntários; o calor era distribuído ao corpo pelas artérias, cuja fonte se alojava no lado esquerdo do coração (SMITH, [1975] 1977).

Estes conhecimentos serviram de suporte para que Galeno elaborasse seu modelo para o sistema sangüíneo. Para ele, o sangue originava-se a partir dos alimentos que, absorvidos pelo intestino eram levados ao fígado onde eram transformados em sangue. Neste mesmo órgão, o sangue se impregnava com o pneuma inato ou natural (SINGER, [1956] 1996; PORTO e colaboradores, 1991; NAMORA, 1989; RADL, 1988), o qual orientava as funções de nutrição, crescimento e dava origem às substâncias que cabia a cada órgão produzir (PORTO e colaboradores, 1991). O fígado era o centro do sistema venoso e deste órgão partiam os vasos. Ao deixar o fígado através de um grosso vaso, (veia cava), o sangue era conduzido para a cavidade direita do coração, onde as impurezas, em forma de vapor, eram levadas através da veia arterial (nossa artéria pulmonar) para os pulmões, a fim de serem exaladas durante a expiração. A maior parte do sangue purificado voltava para o sistema de vasos e a outra parte passava, gota a gota, para a cavidade esquerda do coração, atravessando invisíveis poros existentes no septo interventricular (SINGER, [1956] 1996; PORTO, 1994; PORTO e colaboradores, 1991; GIORDAN, 1987). No lado esquerdo do coração, o sangue se misturava com o pneuma do mundo exterior, incorporado através da traquéia e da artéria venosa (veia pulmonar). Este se transformava no pneuma vital, que as artérias distribuíam por todo o corpo. Restava, confuso, na concepção de Galeno o papel dos átrios (SINGER, [1956] 1996; PORTO, 1994; PORTO e colaboradores, 1991; GIORDAN, 1987).

A explicação para a presença de sangue na cavidade esquerda do coração constituiu, posteriormente, uma das complicações no modelo de Galeno que, ao ser enfrentada por pesquisadores, contribuiu para fazer emergir um outro modelo. Já a explicação para a purificação do sangue e o transporte do pneuma pode ser interpretada como uma das pré-idéias (FLECK, 1986) do que hoje conhecemos como transporte de gases pelo sangue e das trocas gasosas efetuadas nos pulmões, a hematose. Fleck (1986) salienta que, mesmo em diferentes interpretações, persistem idéias que estabelecem conexões ou relações de dependência entre distintos modelos explicativos. Estas são as protoidéias ou pré-idéias, que podem se constituir como o ponto de partida para as teorias atuais, são compreendidas como esboços históricos evolutivos e pré-científicos, e não devem ser julgadas, sob o ponto de vista atual, como corretas ou incorretas, porque pertencem a um outro estilo de pensamento.

Galeno comparava o movimento do sangue com o movimento de fluxo e refluxo das marés. Parte do sangue voltava ao sistema de vasos depois de atingir os vasos e se coagular para

formar a estrutura do corpo (PORTO, 1994; PORTO e colaboradores, 1991; RADL, 1988). Para ele, o sangue se movimentava num sistema aberto, tinha um princípio e um fim, passava uma só vez pelo coração e a produção pelo fígado era incessante.

O modelo de Galeno perdurou por cerca de 1500 anos. A coerção de pensamento exercida sobre o coletivo dos médicos daquela época, pode ser compreendida ao se considerar que a interação do sujeito com o objeto de estudo é mediada pelo estilo de pensamento. Alguns dos motivos pelos quais o modelo de Galeno se instalou no pensamento médico são apontados a seguir.

Instauração e extensão do estilo de pensamento médico galênico

Além da disseminação das idéias de Galeno se processar através de palestras e das práticas médicas realizadas, seus livros desempenharam importante papel na circulação inter-coletiva de idéias, pois serviram como fonte para estudos durante todo o período medieval, permanecendo até a Idade Moderna. Os manuais garantiram a disseminação entre outros coletivos e o conteúdo teológico de suas idéias recebeu amplo apoio da igreja cristã (MELO, 1989). Quanto à aceitação e à disseminação de uma idéia, o que contribuiu para a permanência das proposições de Galeno, Fleck nos lembra que: “[...] se uma concepção se impregna suficientemente forte a um coletivo de pensamento, de tal forma que penetra até na vida diária e nos usos lingüísticos e fica convertida, no sentido literal da expressão, em um ponto de vista, então uma contradição parece impensável e inimaginável.” (FLECK, 1986, p.75).

O Galenismo alcançou, segundo a perspectiva fleckiana, seu período clássico, ou seja, o da “harmonia das ilusões” (FLECK, 1986), e se tornou um Estilo de Pensamento Médico compartilhado pelos coletivos de especialistas. Galeno não deixou discípulos específicos e nem escola estabelecida. Depois de sua morte, nenhuma novidade significativa foi introduzida nos conhecimentos já estabelecidos. As ciências chamadas pagãs, como as artes, a anatomia, a fisiologia e as respectivas pesquisas práticas, tiveram pouco incentivo para se desenvolverem, o que contribuiu para a preservação do galenismo. A crença na relação microcosmo/ macrocosmo⁶, presente há séculos na filosofia grega, também contribuiu para conservar o estilo de pensamento médico, porque, embora rejeitada pela igreja, com ela conviveu e concorreu com os estudos de anatomia e de fisiologia (SINGER, [1956] 1996).

Alguns dos escritos antigos e a língua grega permaneceram em Salerno, sul da Itália, após a invasão da cidade de Alexandria por cristãos que destruíram a Escola e a Biblioteca, instaladas nos fins do século IV a. C. No oriente, o Islamismo serviu de barreira contra a influência dos bárbaros e alguma coisa da relíquia clássica foi salva. A liderança intelectual, no século VIII, passou para os árabes e com eles permaneceu até o século XIII. Documentos importantes da medicina grega foram traduzidos para o árabe e, no século XII, alguns foram traduzidos do árabe para o latim. Avicena, Hali e Rhazes, os principais vultos da medicina, antes de 1500, dependeram de versões árabes de Galeno (SINGER, [1956] 1975). Desta forma, o galenismo seguiu sendo preservado.

O primeiro movimento de recuperação intelectual da Europa foi iniciado no século IX por Carlos Magno, mas foi no século X, com a reforma monástica, que a igreja começou a construir uma organização capaz de controlar a vida e o pensamento de todos os povos da Cristandade, de reis a servos. Durante a Idade Média, até princípios do século XIII, padres e monges detinham o monopólio do saber (BERNAL, 1975). No período da Escolástica, compreendido entre o século IX e século XVII, na Europa, o ideal cultural se baseava no Cristianismo. Os livros eram raros e no lugar dos mesmos figuravam as escolas e o ensino oral.

⁶ Esta analogia previa que as regiões e luminárias do firmamento influenciavam as partes do corpo humano e o curso da vida.

A humanidade estava voltada para o passado, para o princípio do mundo, onde todas as verdades haviam sido reveladas, restando apenas segui-las e disseminá-las. No início da Idade Média, um sentimento religioso, místico e platônico havia-se apoderado dos espíritos do sul da Europa e este sentimento encontrou sua melhor expressão filosófica nas teorias dos neoplatônicos e em Santo Agostinho, disseminando-se até o século XII (SMITH, [1975] 1977).

A necessidade de recuperação da cristandade ocidental levou o estabelecimento de escolas junto às catedrais. Estas escolas tornaram-se universidades cujo objetivo maior era viabilizar o acesso dos membros do clero às idéias do mundo clássico através de conferências e discussões, uma vez que os livros eram raros (BERNAL, 1976). Este método caracterizou o processo pelo qual eram formados os médicos medievais, que se dedicavam ao estudo dos clássicos e, entre estes, Galeno, ampliando, assim, o coletivo de pensamento.⁷ A volta da prática da dissecação dá início a um processo que foi desestabilizando o estilo de pensamento médico vigente, como será visto a seguir.

A circulação intercoletiva de idéias: rumo à transformação do estilo de pensamento

No período medieval, com o galenismo em plena fase de extensão, produziu-se um lento mas estável desenvolvimento técnico, teórico e prático. O trabalho artesão passou para as gerações mais jovens, mas, apesar desse conservadorismo e da relativa estagnação em que estava mergulhada a humanidade, algumas inovações foram produzidas, como, por exemplo, rodas hidráulicas e moinhos de vento como princípios motores (SMITH [1975] 1977).

No renascimento, importantes inovações se processaram na ciência, na arte, na política, ocorrendo a valorização do trabalho manual, sobretudo, aquele dos artesãos e artistas (BERNAL, 1976). A produção de obras de arte consumida pelos senhores feudais e pela Igreja passou a interessar, também, à nascente burguesia, que exigia maior realismo nos retratos. O movimento no campo das artes, no início do século XV, exerceu profunda influência sobre o progresso da anatomia (BERNAL, 1976).

A impressão de figuras em madeira e as gravações em chapas de cobre colocaram novos instrumentos à disposição dos anatomistas. Os diagramas e os desenhos podiam ser copiados e multiplicados, o que, junto com a imprensa propriamente dita, tornou mais fácil o intercâmbio de dados científicos.

O movimento naturalista nascido no século XIII teve grande influência nos estudos anatômicos, uma vez que os artistas se interessaram pela representação fiel do corpo humano. Leonardo da Vinci (1452-1519), por exemplo, artista, engenheiro, matemático, biólogo e artista/anatomista, se interessou pela estrutura do corpo e pelas funções de seus órgãos. Uma das conseqüências do espírito artístico para as escolas médicas foram as ilustrações em livros e, no início do século XVI, esboços anatômicos eram impressos em panfletos usados por estudantes de Medicina e de Artes (SINGER, [1956]1996). A universidade de Bolonha, importante centro de estudos de anatomia durante os séculos XIII e XVI, abrigava desde 1156 uma Escola de Direito que, com o fim de acumular evidências para processos legais, incentivou a prática da dissecação do corpo humano (SINGER, [1956]1996).

⁷ *Obras de Galeno foram traduzidas e introduzidas na Inglaterra por Thomas Linacre (1406-1524), um humanista que estudou grego na Universidade de Pádua, que se tornara um centro humanista. J. B. Montanus (1498-1551), que também estudou em Pádua, se dedicou a expor as idéias de Galeno, ofuscando os árabes nas universidades do norte da Itália. Sylvius Jacques Dubois (1478-1555), lecionando na Universidade de Paris, atraiu enormes audiências devido ao seu grande conhecimento das obras de Galeno.*

A circulação intercoletiva de idéias que permitiu a extensão do estilo de pensamento galênico vai também propiciar a sua transformação. A introdução de outros conhecimentos e outras práticas, a tomada de consciência de complicações no modelo vigente e o enfrentamento das mesmas pelos membros do coletivo fazem emergir um novo estilo de pensamento.

Conforme Fleck (1986), conflitos de idéias, contradições, diferenças de ponto de vista, divergências e controvérsias são características do período que antecede a transformação de um estilo de pensamento. No Renascimento Italiano é que se podem localizar aspectos que propiciariam as condições para a transformação no estilo de pensamento galênico. Neste sentido Bernal (1976) destaca que “[...] os médicos italianos e o grande número de estudantes estrangeiros que acorriam à Itália para estudar *medicina* não estavam isolados; misturavam-se [...] com *artistas, matemáticos, astrônomos e engenheiros* – [...]” (p. 389, grifo nosso).⁸ Assim, pode-se inferir que a circulação de idéias entre distintos coletivos de pensamento contribuiu para o surgimento de um novo estilo de pensamento.

O surgimento de uma nova anatomia se deveu à circulação intercoletiva de idéias entre o coletivo dos médicos e coletivos distintos que, num empreendimento conjunto, contribuíram para o avanço de estudos anatômicos e fisiológicos.

Significativas inovações na forma de representar o corpo humano foram implementadas por André Vesálio (1514-1564). Segundo Bernal (1976) “[...] a [...] arte requeria o estudo da anatomia [...] para descobrir o mecanismo subjacente aos gestos e às expressões [...] o *corpo humano* era dissecado, explorado, medido, desenhado e explicado *como uma máquina* [...]” (p 388-389; grifo nosso).

André Vesálio foi o primeiro médico que uniu a dissecação com a exposição e o primeiro a utilizar desenhos artisticamente executados (RADL, 1988). Antes de Vesálio, o trabalho mecânico de dissecar, realizado em grandes auditórios pelos “demonstradores” ou “barbeiros”, tinha a finalidade de auxiliar os “expositores” a inculcar nos estudantes as verdades encerradas nas obras de Galeno. A crescente utilização de desenhos em textos de anatomia (MAYR, 1998; RADL, 1988) constituiu um outro procedimento para a circulação de conhecimentos.

Nascido em Bruxelas, André Vesálio estudou nas Universidades de Louvain, de Montpellier e de Paris. Em 1537, foi nomeado professor de Anatomia da Universidade de Pádua⁹ que representava uma expressão poderosa do movimento naturalista associado ao renascimento. Sendo artista, humanista e naturalista, Vesálio publicou *De Humani Corporis Fabrica* em 1543, na Basileia. Seu livro constitui não só o alicerce da medicina moderna como ciência, mas a primeira realização da própria ciência em tempos modernos. O próprio título é sugestivo do imaginário mecânico aplicado ao corpo humano (BERNAL, 1976).

Vesálio realizou estudos comparativos tendo como um dos objetivos mostrar que os escritos anatômicos de Galeno descreviam estruturas de animais e não do ser humano¹⁰ (RADL, 1988). *De Humani Corporis Fabrica* foi publicada no mesmo ano em que Nicolau Copérnico lançou sua obra – *Sobre as Revoluções das Esferas Celestes* – que deslocou a Terra do centro do Universo.

⁸ Copérnico, nascido na Polônia em 1473, era astrônomo (universidade de Bolonha) e apesar da sua contribuição ter sido maior nesta área do conhecimento, formou-se em leis (universidade de Ferrara) e em medicina (universidade de Pádua). Além disso, era funcionário público, economista e por muito tempo foi cônego de Frauemburgo. Portanto, participava de vários coletivos de pensamento com seus respectivos estilos de pensamento. Associações como estas propiciaram a disseminação intercoletiva de idéias.

⁹ Entre os fatores que contribuíram para que a Universidade de Pádua desse origem à Ciência Moderna, podem ser destacados os seguintes: a estratégica posição geográfica da cidade, que favorecia trocas culturais e comerciais com outros países da Europa; o uso do latim que, como língua internacional, facilitava a comunicação; a ilimitada liberdade que os professores gozavam em suas aulas; a tolerância religiosa, uma vez que a Universidade, apesar de abrigar uma tradição católica, permitia a graduação de estudantes adeptos de outros credos, como protestantes e judeus.

¹⁰ Galeno baseou seus estudos muito mais em dissecações realizadas em animais (porcos e macacos, por exemplo) do que em corpos humanos (BUTTERFIELD, 1982).

Os estudos de Vesálio já apontavam complicações no modelo de Galeno, mas a explicação que haveria de substituí-lo necessitava de uma análise completamente nova, que integrasse a anatomia com a curiosidade renascentista pelas máquinas, ou seja, foles, bombas e válvulas, originando assim uma nova fisiologia experimental (BERNAL, 1976).

Contemporâneo de Vesálio, Miguel de Serveto (1511-1553), médico espanhol e teólogo, tinha a convicção de que o sangue não poderia fluir através do septo interventricular, mas sim encontrar um caminho pelos pulmões para passar do lado direito para o lado esquerdo do coração (PORTER, 1996; PORTO, 1994). Esta foi a primeira menção do que hoje conhecemos como circulação pulmonar ou pequena circulação sangüínea (PORTO, 1994). A inovação deste médico residiu na sua convicção da mudança qualitativa do sangue efetuada pela sua passagem pelos pulmões. Para ele, o espírito vital estava contido no sangue vivo do coração e das artérias e o espírito natural, no sangue escuro das veias. Temos aqui pré-idéias do que atualmente é nomeado como sangue arterial e sangue venoso. Porém, a desconfiança de que os dados da observação não pareciam estar se encaixando nos escritos tradicionais pode ser localizada anteriormente a Serveto. No século XIII, o médico sírio Ibnal-Nafis – ou Ibn al-Nafis al-Qurashi – (1210-1288), apesar de reconhecer, de acordo com a concepção galênica, a necessidade do sangue chegar ao lado esquerdo do coração (sede do espírito vital), afirmou que as cavidades direita e esquerda do coração se encontravam isoladas uma da outra, por uma parede que impedia a passagem do sangue. Esse médico chegou a afirmar que o sangue impuro passava pela veia arteriosa para atingir a cavidade esquerda do coração, depois do pulmão lhe fornecer “alimento” (PORTO, 1994; BUTTERFIELD, 1982). Segundo Porto (1994), os escritos de Ibnal-Nafis parecem ter sido desconsiderados ou desconhecidos pelos médicos do período renascentista. Esse médico foi

[...] o primeiro a postular o trânsito do sangue pelos capilares, contra o ponto de vista generalizado, até então, de que o sangue passava do ventrículo direito ao esquerdo através de poros imperceptíveis existentes supostamente no septo interventricular [...] Ibn-Al-Quff (1233-1286), aluno de Ibnal-Nafis, foi quem em sua monografia sobre cirurgia presumiu a existência de vasos capilares, que seria certificado quatro séculos depois por M. Malpighi (ILSE, LOTHER e SENGLAUB, 1989, p. 106).

Entre os seguidores de Vesálio, encontra-se seu discípulo, assistente e sucessor em Pádua, Matteo Realdo Colombo (1516-1559), que reiterou as observações de Serveto sobre a circulação do sangue, negando a existência dos poros interventriculares, mas atribuindo ao fígado a mesma função descrita por Galeno (SINGER, 1996; PORTO, 1994).

Hieronymus Fabricius de Acquapendente (1533-1619), que sucedeu Realdo Colombo, construiu por conta própria o teatro anatômico de Pádua. Sua obra mais conhecida – *Das Válvulas nas Veias* –, com excelentes figuras, teve grande influência sobre Harvey.

Andrea Cesalpino (1619-03) foi professor em Pisa e sessenta anos antes de Harvey, atribuiu ao coração e não mais ao fígado, como previa Galeno, a sede do princípio que regia a atividade do organismo.

Os conhecimentos médicos disponíveis antes do novo estilo de pensamento médico emergir alcançaram uma tal dimensão, graças à circulação de conhecimentos e de práticas, que, ao serem compartilhados por distintos sujeitos na interação com os dados empíricos, permitiu a formação de um novo coletivo de pensamento. Procedimentos práticos relativos ao estudo da anatomia romperam as fronteiras geográficas da Europa meridional, onde, inicialmente, começaram a ocorrer. A tradição paduana se estendeu para a Basileia, Dinamarca e Holanda. Rioland desenvolveu a anatomia em Paris e Harvey levou os métodos paduanos à Inglaterra. Na interpretação de Singer ([1956] 1996, p. 183) “[...] os filhos e os netos de Pádua devem ser procurados em outras terras que não a Itália”.

William Harvey vivenciou o renascimento italiano, a emergência de uma visão mecânica para a compreensão do corpo e demais fenômenos naturais, estudou no maior centro científico da sua época e, apesar de conviver com uma compreensão de um corpo e um mundo estáticos, passou a interpretá-los sob uma visão mecânica dos fenômenos naturais.

Harvey (1578-1657) se dirigiu à Universidade de Pádua onde estudou entre os anos de 1597 a 1602 doutorando-se em Medicina. Nesse século e nos subseqüentes, estudiosos como Galileu, Kepler, Vesálio, Descartes e tantos outros criaram e/ou aperfeiçoaram conceitos sobre Astronomia, sobre Física, sobre Fisiologia em um verdadeiro trabalho de renascimento da ciência, que culmina com a origem da Ciência Moderna.

Em Londres, Harvey foi nomeado membro titular do Royal College of Physicians, tornou-se médico assistente do hospital de São Bartolomeu e professor de Anatomia e de Fisiologia no College of Physicians, onde desenvolveu amplas e sucessivas investigações sobre Embriologia, Anatomia Comparada e Fisiologia da Circulação. Esses estudos foram realizados em diferentes grupos de animais e comparados com dados obtidos em observações durante a dissecação de cadáveres (-DÉCOURT, 1990). Suas primeiras palestras ministradas no Royal College of Physicians em 1615-16 foram resultados de anos de experimentações, não mais balizadas unicamente por pressupostos galênicos, testemunhando que a idéia da circulação do sangue já fazia parte de suas reflexões.

O “olhar” lançado sobre conhecimentos anatômicos e fisiológicos que já estavam disponíveis foi qualitativamente distinto daqueles que antecederam Harvey. “[...] O ponto de vista de Harvey [...] é muito diferente daquele de Galeno, e [...] ouviremos menos sobre Desígnio e mais sobre a *Máquina* [...]” (SINGER, [1956] 1996, p. 196 – grifo nosso).

A ruptura com o estilo de pensamento galênico

William Harvey trabalhou com habilidade experimental em sintonia com práticas emergentes e inspiradas em outra visão de mundo. Fez ressurgir a idéia teleológica de Aristóteles de que cada órgão tem uma função passível de ser descoberta, em seu funcionamento e em suas relações com os demais órgãos do organismo. Inspirado em Aristóteles, Harvey acreditava na perfeição do movimento circular, convicção que, associada à crença do paralelismo entre o macrocosmo e o microcosmo, o levou a conceber o movimento do sangue como num círculo e segundo um sistema fechado de vasos. Seguindo as lições de Fabricius de Acquapendente¹¹, de cujo método comparativo, inaugurado por Aristóteles, tirou o máximo proveito, convenceu-se de que não se podia esclarecer os mecanismos das diferentes partes do corpo sem que o papel do sangue e o seu trajeto fossem bem esclarecidos. Também em sintonia com uma visão de mundo baseada em uma filosofia mecanicista, Harvey aderiu à crescente crença na possibilidade da matematização dos fenômenos terrenos, jamais admitida no período anterior à Ciência Moderna (KOYRÉ, 1982; CARAÇA, 1975). Numa perspectiva dinâmica e quantitativa, valendo-se de cálculos matemáticos, passou a interpretar seus ensaios biológicos. As observações realizadas o levaram a concluir que o sangue passava das artérias para as veias e que o coração provocava um movimento no sangue, segundo um circuito fechado.

Conforme Fleck (1986), a dependência histórica entre estilos de pensamentos subseqüentes, ou seja, o novo estilo de pensamento contém vestígios decorrentes do desenvolvimento de elementos de outros estilos, pode ser encontrada no livro de Harvey, *Exercitatio*

¹¹ Harvey se refere a Fabricius, seu professor, como “célebre anatomista” e expressou para Robert Boyle, o notado químico, que o trabalho de Fabricius sobre as válvulas das veias o havia estimulado a investigar a questão do movimento do sangue nos seres vivos. (KEY e colaboradores, 1979).

¹² “Estudo Anatômico Sobre o Movimento do Coração e do Sangue nos Animais”

Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus,¹² publicado em Frankfurt no ano de 1628. Singer ([1956] 1996) argumenta que as proposições de Harvey se acham saturadas de idéias de Aristóteles e de Galeno, autores dos quais ele nunca conseguiu livrar-se completamente.

Na época de Harvey, alguns conhecimentos sobre o sistema sangüíneo já estavam disponíveis, tais como: a estrutura do coração era bem conhecida desde os tempos de Vesálio; a ação das válvulas na aorta e na artéria pulmonar na prevenção da regurgitação do sangue havia sido descrita por Galeno e reconhecida por muitos outros. A pequena circulação já havia sido descrita por Serveto, Columbo e Ruini, embora sua importância não tenha sido devidamente reconhecida. As válvulas nas veias haviam sido sistematicamente exploradas por Fabrício, que não tinha idéia de sua real função. No entanto, ainda aceitava-se a presença de poros no septo interventricular, que permitiriam a passagem do sangue do ventrículo direito para o ventrículo esquerdo do coração. Tal explicação não era bem aceita por Vesálio que tentou, sem sucesso, passar cerdas através dos poros, mas que não tinha alternativa para contrapor-se a Galeno (SINGER, [1956] 1996).

Harvey ampliou os conhecimentos disponíveis na medida em que chamou a atenção para a relação entre os átrios e os ventrículos e a relação destes com as artérias; a contração dos átrios seguida pela contração dos ventrículos, o que permite que o mesmo sangue, que é impulsionado para dentro do ventrículo, pela contração do átrio, seja subsequenteiramente dirigido para dentro da artéria. Quanto à função das válvulas, ele introduziu num conhecimento já existente, um novo aspecto, uma vez que insistiu que o fluxo de sangue, além de seguir em uma única direção, o faz de modo contínuo. A crença na perfeição do movimento circular o levou à concepção ininterrupta do movimento do sangue. Ao reconhecer o papel ativo dos átrios na produção dos movimentos que iniciam o ciclo cardíaco, Harvey afirmou: “[...] eles são os motores iniciais do sangue, em particular o da direita” (HARVEY, 1628, *apud* DÉCOURT, 1990, p. 44).

Na descrição de Harvey, o coração funciona como uma bomba hidráulica impulsionada pela força muscular (PORTO, 1994). O conhecimento da bomba hidráulica com duas válvulas, utilizada para sugar água de minas profundas, aprimoradas em fins do século XV e início do século XVI, talvez tenha influenciado Harvey (DÉCOURT, 1990). Além disso, podemos localizar, na explicação proposta sobre a existência de válvulas no coração, papel semelhante ao das válvulas da bomba hidráulica, fato que leva, muitas vezes, a se associar o coração com este tipo de bomba.

[...] Harvey não diz que o sistema cardiovascular não passa de um complexo de bombas e tubos – pelo contrário, ele torna claro que é muito mais que isso – mas uma grande parte de sua tese depende da validade da análise hidráulica: com efeito, ele invoca silenciosamente o princípio da continuidade hidráulica que diz que a velocidade de circulação, através de todas as partes sucessivas do sistema, deve ser constante e Harvey argumenta, de fato, como se o coração fosse uma bomba mecânica, as válvulas batessem, as veias e artérias fossem tubos, o sangue um fluido vulgar e assim por diante, embora mais uma vez possamos muito bem acreditar que este “como se” pertence mais à fase da demonstração que da descoberta primordial (HALL, 1962, p. 229, grifo do autor).

Harvey corrigiu observações de seus antigos antecessores, ao afirmar que é a sístole e não a diástole, como se pensava, a fase ativa do coração. “[...] não é na diástole que o coração exhibe vigor, mas na sístole; é nesta que ele desenvolve sua tensão, sua eficácia, sua força” (HARVEY, 1628, *apud* DÉCOURT, 1990, p. 44).

Em *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*, Harvey revelou que,

[...] quando me entreguei [...] a vivisseções como meio de descobrir os movimentos e funções do coração, procurando decifrá-los pela inspeção direta e não pelos escritos dos outros, encontrei o meu labor tão desafortunado e cheio de dificuldades que quase me senti tentado a pensar, como Fracastoro, que os movimentos cardíacos nunca poderiam ser compreendidos, salvo por Deus, que os havia concebido. Porque devo confessar, que ao princípio me foi impossível discernir quando ocorria a sístole e a diástole, dada a rapidez de tais movimentos, que em muitos animais se verificam em menos tempo do que demora a piscar um olho, indo e vindo com a rapidez do relâmpago (HARVEY 1628, apud NAMORA, 1989, p. 187).

Harvey, ao realizar experiências em animais vivos, mas já numa perspectiva quantitativa em sintonia com os pressupostos emergentes, provocou, em um deles, uma hemorragia e pôde perceber que os batimentos cardíacos foram reduzindo. Com esta observação, fez emergir uma das complicações do modelo galênico, pois se o fígado fosse a sede da produção do sangue, ele deveria suprir a quantidade perdida na hemorragia. Prosseguindo em seus estudos, Harvey laqueou o vaso sangüíneo que partia do coração de uma cobra e, logo que o incisou, nenhum sangue jorrou, mas o coração começou a inchar pela acumulação do sangue proveniente dos pulmões e das outras partes do organismo (PORTO, 1994; NAMORA, 1989). Seguindo esta linha de pensamento, Harvey afirmou que: “[...] logo, em função de alguns cálculos, resultará igualmente óbvio que a quantidade de sangue não pode proceder dos alimentos ingeridos, nem ser apenas necessária para a nutrição do coração [...]” (HARVEY, [1628], 1999, p. 55).

A coerção do estilo de pensamento galênico já não é mais suficientemente forte para impedir a observação de elementos que aquele modelo não previu. A consciência de complicações é um elemento inicial para a emergência de um novo estilo de pensamento.

Ao discorrer sobre a disposição da estrutura das válvulas, Harvey mostra a sua “desconfiança” a respeito das idéias de Galeno:

[...] Comecei a ponderar sobre a quantidade de sangue que se desloca de um sítio para outro, e logo compreendi que era impossível que tal abundância de sangue pudesse ser produzida somente pelos produtos da digestão, pois nesse caso, depressa as veias ficariam exaustas e a artéria arrebutaria por não poderem conter a enorme quantidade de sangue que lhes chegava [...] (HARVEY, 1628, apud NAMORA, 1989, p. 191).

Para Harvey, a quantidade de sangue mobilizada no interior do corpo a partir do coração, num determinado período de tempo, não poderia ser explicada através de fases de perda, elaboração e reposição pelo fígado. Este movimento do sangue só poderia ser compreendido como um circuito permanente, num ciclo de ida e de retorno do sangue, pela contração do coração (DÉCOURT, 1990).

Concebendo o movimento do sangue como um circuito fechado, Harvey comprimiu uma veia superficial do braço humano, espremendo o sangue no sentido do coração. Este procedimento resultou no aparecimento de nódulos nas veias, que já haviam sido demonstrados por Fabrício, seu professor. Estes nódulos correspondiam às válvulas. Quando deixou de espremer o sangue no sentido do coração, o sangue não refluíu à veia, o que evidenciava a existência de válvulas que se fechavam impedindo o seu retorno. Ao deixar de comprimir a veia, o sangue corria de novo, vindo da extremidade do membro para o coração.

Para Harvey, o sangue fluía do coração para as artérias e regressava pelas veias, cujas válvulas permitiam que o sangue apenas se movesse em direção ao coração. Desta forma, ele

detectou uma outra complicação no modelo galênico, pois havia demonstrado que o sangue não nascia no fígado, mas fluía do coração para as artérias e regressava ao coração pelas veias. Assim, a circulação do sangue se fazia num extenso circuito, contrariando Galeno, cujo modelo previa o sangue abandonando os vasos para irrigar os tecidos (PORTO, 1994; KEY e colaboradores, 1979; NAMORA, 1989).

Em *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*, Harvey sintetizou os resultados de seus estudos demonstrando que o coração recebe e expelle sangue, calculando matematicamente o volume total que circula pelo corpo; verificando que o sangue deixa o coração através das artérias e retorna pelas veias, cujas válvulas impedem a circulação para fora; e ainda verificando que, através do sangue, os venenos ou as drogas são distribuídos por todo o corpo (PORTO, 1994).

Harvey realizou seus estudos sob a visão de um mundo mecânico passível de ser medido e quantificado. Esta visão mecanicista viria a tornar-se um estilo de pensamento que, apesar de permeado por idéias do antigo, passou a ser construído através de um longo processo de interação com outros coletivos de pensamento, dos quais incorporava elementos.

Três mudanças, pelo menos, tiveram papel fundamental na proposição de Harvey: 1- o uso de dissecações e realizações de experimentação para uma compreensão anatômico-fisiológica; 2- a crença na perfeição do movimento circular, a partir da qual propõe um movimento em um ciclo fechado; 3- a matematização dos fenômenos naturais, com a qual pode calcular o volume de sangue circulando no corpo. A crença de que os fenômenos terrestres pudessem ter uma exatidão através do uso de cálculos matemáticos era totalmente inédita e estava em sintonia com o mecanicismo emergente, que fazia uso da matemática para uma outra compreensão do movimento dos corpos na Terra.

Harvey deixou de imaginar a existência e o papel dos vasos capilares e sugeria, talvez por influência de Galeno, que a comunicação entre veias e artérias se desse através de “poros invisíveis” que deveriam existir nos tecidos do corpo. Um dos pontos que ficaram por explicar em seu modelo se refere à questão de como o sangue passaria do sistema arterial para o sistema venoso. Somente em 1691, Marcelo Malpighi, com a utilização do microscópio, descreveu os vasos capilares. (PORTO, 1994; DÉCOURT, 1990). No entanto, a concepção do movimento do sangue segundo uma dinâmica em circuito fechado foi a grande transformação ocorrida com a proposição de Harvey, contrariando totalmente Galeno, que previa um sistema aberto.

Instauração e extensão de um novo estilo de pensamento

Harvey tinha consciência do que significaria contradizer a doutrina centenária de Galeno. Mas, aos poucos, cautelosa e habilmente, soube convencer os membros do colégio de médicos da inegável correção de seus conceitos. Dessa forma, qualquer que fosse a reação dos críticos estrangeiros, as melhores cabeças do Colégio Real o defenderiam (FRIEDMAN, 2000).

O livro de Harvey feria o galenismo, transformando-o radicalmente, e sua divulgação suscitou oposição de seus adversários (DÉCOURT, 1990; NAMORA, 1989). Entre aqueles que se manifestaram contra suas idéias, encontram-se Guy Patin, erudito e culto, que foi o mais virulento e desrespeitoso dos opositores (GIORDAN, 1987). Jean Riolan, um mestre francês de reconhecida cultura e professor de Anatomia na Universidade de Paris, foi o único a quem Harvey se dignou a responder. A posição de seus adversários pode ser compreendida uma vez que, como destaca Fleck (1986), quando um sistema de idéias está estruturalmente fechado e composto de numerosos detalhes e relações, ele resiste a tudo o que o contradiz, chegando a angariar todos os esforços possíveis para tentar explicar as complicações.

Harvey, no entanto, encontrou eco em muitos dos intelectuais em favor de sua tese, particularmente quanto à precisão e clareza de seus experimentos. Múltiplas vezes, vindas da Dinamarca (Niels Stensen), da França (Raimundo de Vieussens) e da própria Inglaterra (Ricardo Lower), ressaltaram a alta categoria do seu trabalho e confirmaram os achados, ao realizarem estudos e experimentos à semelhança daqueles efetuados por Harvey.

O trabalho de Harvey resultou em mais do que simples dissecação e descrição, pois contribuiu para aprofundar a compreensão, segundo a qual o corpo poderia ser concebido como uma máquina, na qual não haveria lugar para “espíritos misteriosos”.

Para Bernal (1976), o efeito que o conhecimento estabelecido por Harvey teve sobre a antiga fisiologia de Galeno pode ser considerado como um marco revolucionário, assim como o foram as contribuições de Galileu e Kepler, relativamente à astronomia aristotélica.

Considerando-se Harvey e o contexto de sua produção, destaca-se o surgimento de uma revolução no pensamento biológico e um marco no campo da investigação médica. A Cardiologia Moderna se iniciou a partir deste contexto, no qual os estudos de Harvey significaram o afastamento do raciocínio escolástico, abrindo caminho para novos estudos anatômicos e embriológicos, em seus aspectos específicos, e para estudos comparativos com outros animais (DÉCOURT, 1990).

O modelo de Harvey esteve em debate por cerca de vinte anos antes de ser aceito amplamente. Descartes foi o primeiro a demonstrar a coerência de seu trabalho com uma visão totalmente nova da natureza: a filosofia mecânica (HALL, 1962).

De Humani Corporis Fabrica, de Vesálio e *Exercitatio Anatômica De Motu Cordis*, de Harvey, além de constituírem grandes marcos para o conhecimento biomédico específico, são obras elaboradas sob um estilo de pensamento em construção. Muitos conceitos de outras áreas do conhecimento foram importados para a Biologia, termos como bomba, válvulas, vasos, importados da engenharia hidráulica, ficaram associados na disseminação do sistema sanguíneo.

Considerações

Na perspectiva histórico-epistemológica adotada neste trabalho foi possível explicitar que o contexto sociocultural com o qual Harvey estava em interação forneceu elementos com os quais ele pôde arquitetar a sua explicação para o movimento do sangue no corpo humano e a função do coração. Pôde-se examinar, também, o contexto em que foram produzidos conhecimentos que estavam disponibilizados quando Harvey propôs seu modelo. Foi possível ainda, apresentar aspectos em que a História da Ciência auxilia a compreensão da gênese da analogia “coração-bomba”, o que permitiu dar-lhe um significado.

No entanto, o uso descontextualizado historicamente da analogia em questão traz uma aparente contradição que precisa ser enfrentada! Conforme vimos, a base da explicação formulada por Harvey, e que permitiu uma melhor compreensão da circulação sanguínea, é fortemente articulada ao mecanicismo emergente naquele período, sem o qual sua análise do fluxo sanguíneo – empregando conceitos da hidráulica e, portanto, da mecânica – não teria sido interpretada da maneira como foi. Sem a consideração do contexto histórico, as proposições de Harvey e o próprio mecanicismo não podem ser compreendidos consistentemente. Mas, o mecanicismo após ter desempenhado um papel no surgimento da Ciência Moderna, deixou de ser referência única para caracterizar e/ou modelizar fenômenos naturais. Uma outra lição a ser tirada da História da Ciência é que, se a visão mecanicista para o corpo humano é ultrapassada e indesejável, não significa que o emprego de leis da mecânica, particularmente da hidrodinâmica, seja dispensável para uma melhor compreensão da circulação sanguínea. Nem o coração e nem o corpo humano precisam ser reduzidos a máquinas pelo fato de que

leis físicas, em particular da mecânica, sejam empregadas para a descrição da estrutura, função e dinâmica de órgãos e sistemas do corpo humano.

Resultados de análise de entrevistas, realizadas com professores do ensino fundamental e médio que participaram da pesquisa já referida neste artigo, evidenciaram que a veiculação descontextualizada historicamente da analogia “coração-bomba” traz problemas para o ensino aprendizagem, desde a simples memorização, pelos alunos, do coração como uma bomba, sem a devida compreensão do seu real significado até a associação do coração a um artefato bélico. A veiculação da gênese histórica de analogias fornece elementos para que o professor além de melhor compreendê-las, possa empregá-las como recurso para a docência.

A história do movimento do sangue no corpo humano, por exemplo, na perspectiva que apresentamos, ajudaria professores a compreenderem que a produção do conhecimento se dá com a identificação e formulação de problemas, colocados pelo coletivo dos pesquisadores de uma determinada época, e que a sua produção não é individual nem linear. Tanto Galeno quanto Harvey dependeram de conhecimentos produzidos por pesquisadores que os antecederam bem como de seus contemporâneos, evidenciando assim o caráter coletivo da produção do conhecimento. Mesmo quando se associa a contribuição específica que determinado pesquisador deu para o empreendimento científico, e por isto o reconhecimento do seu mérito, como foi o caso de Harvey, uma abordagem de caráter histórico-epistemológico desmistifica a concepção individualista na produção do conhecimento. Por outro lado, destaca-se que a identificação e a formulação de problemas, que o coletivo enfrenta, estão na gênese de novos conhecimentos, particularmente, aqueles que se mostram como complicações e que, conforme se argumentou, levam a transformações profundas, como no caso das distintas compreensões do movimento do sangue.

Por fim, o papel desempenhado pela observação e pela experimentação pode ser revisito. Se ao longo do texto apresentado ficam claras as contribuições das observações e experimentos realizados por Harvey, também, explicitou-se que elas não ocorrem num vazio cognitivo. Há pressupostos, inclusive de ordem metafísica, que balizam observáveis. Estes não são concretizados por sujeitos neutros que, aleatoriamente e com absoluta isenção, simplesmente observam. Em outros termos, podemos problematizar a compreensão segundo a qual um conhecimento científico novo é obtido apenas dando ordenamento lógico e metodológico às observações. É possível se abordar o processo observação/experimentação numa perspectiva totalmente distinta da concepção empirista.

A inserção de aspectos histórico-epistemológicos na formação inicial e continuada de professores requer bibliografia adequada para este fim. Professores em exercício, de qualquer nível de ensino, que desejam inserir aspectos histórico-epistemológicos em suas aulas se deparam com a limitação de materiais que possam subsidiar tais iniciativas. Apesar de já existirem alguns poucos trabalhos dessa natureza, necessário se faz incentivar a sua produção bem como viabilizar essa inserção em sala de aula nos vários níveis de ensino da Biologia.

Para a produção do trabalho a partir do qual foi realizado este artigo, foram utilizadas várias referências bibliográficas, sendo elas próprias passíveis de emprego se tivermos como objetivo o estudo da História da Ciência e, como decorrência, o uso deles em várias das alternativas para inserção curricular deste estudo. Contudo, ainda que esta perspectiva possa estar no horizonte o que se pretende é, sobretudo, o potencial uso articulado da História da Ciência no enfrentamento de problemas de ensino que vêm sendo explicitados pela pesquisa em Educação em Ciências. Foi com este objetivo que desenvolvemos o texto apresentado. Seu emprego, por exemplo, em disciplinas de conteúdos específicos do curso de Biologia e/ou nas disciplinas de didática das ciências e metodologia de ensino poderia contribuir para minimizar os problemas anunciados no início do artigo.

Referências

ABRANTES, P. Mesa-redonda: influência da história da ciência no ensino de física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 5, p. 76-92, 1988. Número especial.

_____. Problemas metodológicos em historiografia da ciência. In: SILVA FILHO, W. J. (Org.). **Epistemologia e ensino de ciências**. Salvador: Arcádia, 2002. p. 51-91.

BERNAL, J. D. **Ciência na história**. Lisboa: Livros Horizonte Ltda., 1975-1976. 2 v.

BUTTERFIELD, H. **Las orígenes de la ciencia moderna**. Madrid: Taurus Ediciones, 1982.

CARAÇA, B. J. **Conceitos fundamentais da matemática**. Lisboa: Gráfica Brás Monteiro, 1975.

CASTILHO, N. & DELIZOICOV, D. Trajeto do sangue no corpo humano: instauração – extensão – transformação de um estilo de pensamento. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2, 1999, Valinhos. **Atas...** Valinhos: Abrapec, 1999. 1 CD-ROM.

DÉCOURT, L. V. O mecanismo da circulação do sangue: a verdade pela obra de Harvey. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v. 54, n. 1, p. 41, 1990.

DELIZOICOV, D. *et al.* Sociogênese do conhecimento e pesquisa em ensino: contribuições a partir do referencial fleckiano. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, p. 52-69, 2002. Número Especial.

DELIZOICOV, N. C. **O professor de ciências naturais e o livro didático (no ensino de programas de saúde)**. 1995. 145 f. Dissertação (Mestrado em Educação)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

_____. **O movimento do sangue no corpo humano: história e ensino**. 2002. Tese (Doutorado em Educação)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, v. 75, n. 6, p. 649-672, 1991.

FLECK, L. **La génesis y el desarrollo de un hecho científico**. Madrid: Alianza Editorial, 1986.

FRIEDMAN, Meyer & FRIEDLAND, Gerald W. **As dez maiores descobertas da medicina**. São Paulo: Cia. das Letras, 2000.

GAGLIARDI, R. Cómo utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 6, n. 3, p. 291-296, 1988.

_____. & GIORDAN, A. La história de las ciencias: una herramienta para la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 4, n. 3, p. 253-258, 1986.

- GIL-PÉREZ, D. *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 2, p.125-153, 2001.
- GIORDAN, A. *et al.* **Histoire de la biologie**. Paris: TEC & DOC, 1987. v. 1
- GIORDAN, A. & VECCHI, G. **As origens do saber**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- GLYNN, M. S. & TAKAHASHI, T. Learning from analogy – enhanced science text. **Journal of Research in Science Teaching**, New York, v. 35, n. 10, p. 1129-1149, 1998.
- HALL, A. R. **A revolução na ciência: 1500-1750**. Lisboa: Edições 70, 1962.
- HARRES, J. B. S. Uma revisão nas pesquisas sobre as concepções de professores sobre a natureza da ciência e as implicações para o ensino de ciências. **Investigações no Ensino de Ciências**, v. 4, n. 3, 1999.
- HARVEY, W. **Estudo anatômico sobre o movimento do coração e do sangue nos animais**. São Paulo: Departamento de Filosofia da Universidade de São Paulo, 1999.
- ILSE, J.; LOTHER, R.; SENGLAUB, K. **Historia de la biología: teorías, métodos, instituciones y biografías breves**. Barcelona: Editorial Labor, 1989.
- KEY, J. D.; KEYS, T. E.; CALLAHAN, J. A. Historical development of concept of blood circulation: an anniversary memorial essay to William Harvey. **The American Journal of Cardiology**, New York, v. 43, p. 1026-1032, 1979.
- KOYRÉ A. **Estudos da história do pensamento científico**. Brasília: Ed. da UNB, 1982.
- LEITE, R. C. M.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. A história das leis de Mendel na perspectiva Fleckiana. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.1, n. 2, p. 97-108, 2001.
- LOMBARDI, O. I. La pertinencia de la historia en la enseñanza de ciencias: argumentos y contraargumentos. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 15, n. 3, p. 343-349, 1997.
- MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.
- MAYR, E. **O desenvolvimento do pensamento biológico**. Brasília: Ed. da UNB, 1998.
- MELO, J. M. S. **A medicina e sua história**. Rio de Janeiro: Ed. de Publicações Científicas, 1989.
- NAMORA, F. **Deuses e demônios da medicina**. Sintra: Publ. Europa América, 1989.
- PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a utilização didática da ciência no ensino: considerações críticas. In: PIETROCOLA M. (Org.). **Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integrada**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.

PORTER, R. **Willian Harvey and the new science**. Cambridge: University Press, 1996. p. 158-162

PORTO, C. C. *et al.* O sistema circulatório de Galeno a Rigatto. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 56, n. 1, p. 43-50, 1991.

PORTO, M. A. A circulação do sangue, ou o movimento do conceito de movimento. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 1, n. 1, p. 19-34, 1994.

RADL, E. M. **História de las teorías biológicas: hasta el siglo XIX**. Madrid: Alianza Editorial, 1988.

ROBILOTA, M. R. Influência da história da ciência no ensino de física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 5, n. esp., p. 76-92, 1988.

SCHEID, N. M.; DELIZOICOV, D.; FERRAI, N. A proposição do modelo de DNA: um exemplo de como a história da ciência pode contribuir para o ensino de genética. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003. Bauru. **Atas...** Bauru: Abrape, 2003. CD-ROM.

SINGER, C. **Uma breve história da anatomia e fisiologia desde os gregos até Harvey**. Campinas: Ed. da Unicamp, 1996.

SMITH, C. U. M. **El problema de la vida**. Madrid: Alianza Editorial, 1977.

SOLBES, J. & TRAVER, M. J. La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 14, n. 1, p. 103-112, 1996.

SUTTON, C. Beliefs about science and beliefs about language. **International Journal of Science Education**, London, v. 18, n. 1, p. 1-18, 1996.

VENVILLE, J. C. & TREAGUST, D. F. Analogies in biology education: a contentious issue. **The American Biology Teacher**, Reston, v. 59, n. 5, 1997.

ZANETIC, J. Influência da história da ciência no ensino de física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 5, p. 76-92, 1998. Número Especial.