

## TRAJETO DO SANGUE NO CORPO HUMANO: INSTAURAÇÃO - EXTENSÃO - TRANSFORMAÇÃO DE UM ESTILO DE PENSAMENTO

**Nadir Castilho\***

Grupo de Estudos e Pesquisa em Ensino de Ciências Naturais  
(GEPECISC) – UFSC

Email: [nadir@ced.ufsc.br](mailto:nadir@ced.ufsc.br)

**Demétrio Delizoicov**

Programa de Pós Educação em Educação – UFSC  
Doutorado em Ensino de Ciências Naturais

### Resumo

O trabalho defende a inserção da história e filosofia da ciência nos cursos de formação de professores de modo a instrumentalizá-los para uma abordagem contextualizada historicamente dos conceitos científicos. Um ensaio sobre o desenvolvimento histórico do conceito de circulação sanguínea foi realizado a partir de uma perspectiva epistemológica baseada em algumas categorias da teoria do conhecimento de Ludwik Fleck. Este autor, relativamente pouco conhecido pela comunidade de pesquisadores em ensino de ciências, recorreu a sociologia do conhecimento para elaborar a sua análise epistemológica, afirmando a necessidade de se considerar os condicionamentos sociais, culturais e históricos da produção científica. Desenvolve uma visão de Ciência não-cumulativa, argumentando sobre a existência de estilos de pensamento compartilhados por coletivos de pensamento. Sua descrição do processo de produção de conhecimento é baseada numa dinâmica que envolve a instauração, extensão e transformação de estilos de pensamento. O ensaio localiza e caracteriza esta dinâmica, ao analisar o estilo de pensamento galênico sobre o trajeto do sangue no corpo humano. Procura explicitar a sua transformação ocorrida com a proposição do modelo de Harvey, baseado em outro estilo de pensamento que começa a ser instaurado com o advento da Ciência Moderna. Destaca-se o potencial que a análise de Fleck representa para o ensino e a pesquisa em ensino de ciências.

### Introdução

O papel da história e filosofia da ciência no ensino de ciências é objeto de estudo cada vez mais freqüente nos trabalhos da área, sendo a sua inserção nos currículos escolares proposta a partir de múltiplas perspectivas. Lombardi (1997), por exemplo, defende que o conhecimento da história e filosofia da ciência pode contribuir para que estudantes venham a desenvolver um pensamento crítico, tanto de textos como de fatos; para Matthews (1994) a história, filosofia e sociologia da ciência pode humanizar as ciências, contribuir para uma melhor compreensão dos conteúdos científicos superando a falta de significado de fórmulas e equações, pode ainda melhorar a formação do professor contribuindo para um melhor conhecimento da estrutura da ciência; Gagliardi e Giordan (1986) apontam para a importância da história da biologia como ferramenta para o ensino de ciências na medida em que auxilia a definir os conceitos estruturantes, entendidos como aqueles conceitos que ao serem

---

\* Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Educação da UFSC, Doutorado em Ensino de Ciências Naturais

construídos pelos alunos determinam uma transformação de seu sistema cognitivo o que permite incorporar novos conhecimentos.

No entanto, trabalhos analíticos (Bizzo, 1996; MEC/FAE/PNLD, 1994; Fracalanza, 1993) testemunham a ausência da história da ciência nos livros didáticos de ciências naturais, os quais têm se constituído como um instrumento com forte presença no processo de ensino-aprendizagem das escolas brasileiras. Professores também reconhecem a ausência da história da ciência nos cursos de formação, o que lhes dificulta uma abordagem de conteúdos numa perspectiva histórica.

O livro didático ao abordar, por exemplo, o sistema sangüíneo humano geralmente o faz de forma descontextualizada e fragmentada, não fazendo a sua articulação com os sistemas digestivo e respiratório. Professores apesar de reconhecerem a necessidade de uma abordagem articulada dos sistemas que compõem o corpo humano, sentem dificuldade em realizá-la. É bastante comum, em cursos de formação continuada de professores, a discussão que envolve as dificuldades que estes alegam para desenvolver uma visão organicamente estruturada do corpo humano durante a atividade de ensino.

No entanto, a história da ciência evidencia que, mesmo remotamente, uma compreensão do sistema sangüíneo só foi possível a partir de uma visão integrada do que hoje conhecemos como sistemas circulatório, digestivo e respiratório. Galeno, no século II, com os conhecimentos disponíveis em sua época, precisou relacionar sangue, ar e alimentos para fornecer uma interpretação sobre a origem, o trajeto e as respectivas funções desses elementos no corpo humano para a proposição do seu modelo.

Mesmo Harvey, que se esforçou em isolar o sistema circulatório para estudá-lo, muitas vezes evocou suas relações com a respiração e a digestão, conforme destaca Ducros (1989) que analisou as concepções dos alunos sobre o trajeto do sangue no corpo humano com o objetivo de identificar a natureza dos obstáculos ligados à construção do conceito de circulação sangüínea e a relação destes obstáculos com aqueles enfrentados ao longo da história do desenvolvimento do conceito. Este autor defende a inserção da história da ciência nos cursos de formação como uma forma de ajudar os professores a considerarem as concepções dos alunos e também auxiliá-los quando da elaboração de textos didáticos.

Por outro lado Lavarde (1992) aponta para o papel limitado dos esquemas que representam a circulação sangüínea, no processo ensino-aprendizagem, uma vez que os mesmos facilitam apenas a memorização de nomes pelos estudantes; apesar dos professores argumentarem que modelos e esquemas constituem instrumentos que os auxiliam na abordagem de conteúdos. Modelos e códigos, quando veiculados de forma descontextualizada, podem constituir mais um obstáculo do que um elemento facilitador para a apropriação do conhecimento.

O resgate histórico do desenvolvimento do conhecimento sobre o sistema sangüíneo, comumente mais relacionado à história da medicina, e sua análise numa perspectiva epistemológica, pode se apresentar como um auxílio para uma abordagem mais articulada do corpo humano. Permite, também, explorar uma visão mais adequada da produção e evolução do conhecimento científico, e ainda dar maior significado a modelos e esquemas que representam a concepção do sistema sangüíneo atualmente aceito, se considerarmos a inserção da História e Filosofia da Ciência tanto na formação inicial como na contínua de professores de biologia e de ciências.

A análise dos momentos de transformação da ciência e das teorias científicas pode mostrar alguns dos momentos de transformação profunda no conhecimento científico, bem como visualizar quais têm sido os conceitos que permitem a transformação de uma ciência, a elaboração de novas teorias, a utilização de novos métodos e novos instrumentos conceituais; argumentam Gagliardi e Giordan (1986) e Gagliardi (1988).

Com esta perspectiva um estudo sobre as mudanças ocorridas com as interpretações sobre o sistema sanguíneo foi realizado. Neste trabalho a concepção de Galeno, bem como a sua gênese e disseminação são explicitadas na perspectiva de um entendimento quer do seu uso por um período relativamente longo, quer da transformação ocorrida para uma outra compreensão do trajeto do sangue através do modelo proposto por Harvey. Para tanto apoiamo-nos numa visão fleckiana (Fleck, 1986; Delizoicov et al, 1999) da produção do conhecimento.<sup>1</sup>

A ciência moderna, segundo Fleck (1986), não pode ser entendida sem que se recorra ao estudo de seu desenvolvimento, uma vez que ela é produto de saberes remotos que foram se transformando e se desenvolvendo ao longo do tempo. Esse autor, que recorreu à sociologia do conhecimento para a reelaboração teórica do conceito anti-individualista do conhecimento, afirma que a epistemologia de um saber deve incluir seus condicionantes sociais, culturais e históricos.

A categoria de estilo de pensamento, o qual sendo compartilhado constitui um coletivo de pensamento; a **instauração**, a **extensão** e a **transformação** de um estilo, conforme argumenta Fleck (1986) na sua análise epistemológica, constituem o eixo direcionador do estudo realizado, sintetizado a seguir, em seus principais aspectos. A intenção é, também, apresentar uma concepção de Ciência que está em sintonia com a produção epistemológica pós empirismo lógico, como é o caso da de Fleck, cuja característica mais marcante é a produção não-cumulativa de conhecimento e a negação da neutralidade do sujeito do conhecimento.

### **Caracterização do Estilo de Pensamento Galênico**

A história da ciência testemunha que a preocupação do homem em conhecer as finalidades e as funções dos órgãos de seu próprio corpo, motivado pelos mais variados interesses, é remota. O sangue faz parte, como tantos outros, dos problemas que intrigaram nossos antepassados. Especulações diversas surgiram ao longo do tempo na tentativa de buscar explicação para a origem, a função e o trajeto do sangue no corpo de animais e do homem.

A interpretação de Galeno (cerca de 130-200 d.C.) sobre a origem e o trajeto do sangue deriva de conhecimentos acadêmicos de anatomia e fisiologia sustentados por idéias filosóficas antigas e mantidas pela tradição, como a doutrina dos pneumas ou espíritos, o coração como sede do calor e os pulmões como foles de arrefecimento.

Segundo Singer (1996) o aspecto filosófico da anatomia galênica aparece mais claramente em sua obra "*Usos das Partes do Corpo Humano*", sendo a essência do sistema médico de Galeno baseada na Coleção Hipocrática e a sua forma em Aristóteles.

---

<sup>1</sup> Uma caracterização da teoria do conhecimento de Ludwik Fleck, bem como sua influência na epistemologia contemporânea e a relação com a pesquisa em ensino de ciências, é detalhada em Delizoicov et al (1999).

Seguindo o princípio Aristotélico de que a natureza não faz nada em vão, Galeno aplicou a tese das causas finais no estudo do organismo humano, procurando, assim, justificar a forma e a estrutura de todos os órgãos em relação às suas respectivas funções. Galeno realizou disseções, mais para tentar explicar a finalidade de cada órgão do que para chegar ao conhecimento da estrutura do corpo. Por esse caminho chegou a separar os fatos e as teorias como duas esferas do saber, independentes uma da outra. A composição do corpo era para Galeno, um Fato; a divina sabedoria e a finalidade universal a Teoria. Galeno advogava que a alma necessitava dos órgãos para as manifestações da vida (Radl, 1988).

A filosofia dominante na época de Galeno era o sistema estóico<sup>2</sup> para o qual as coisas eram definitivas e determinadas por forças externas ao homem. A origem dessa determinação estava no firmamento, todos estavam subordinados ao regimento dos corpos celestes que controlavam o ciclo da vida humana. A astrologia era um dogma para os estóicos (Singer, 1996).

Apesar do determinismo de Galeno não ser estranho à concepção de mundo dos estóicos, suas opiniões estavam longe de concordar com o estoicismo. Para Galeno tudo era determinado por um Deus sábio que era o reflexo de Sua própria perfeição que podia ser percebida no corpo do homem. *“Um conhecimento dos usos dos órgãos revela a divindade mais claramente do que qualquer mistério sagrado ... utiliza ... o argumento do desígnio para provar a existência de Deus ... seu único argumento”* (Singer, 1996, p.70).

Em sua juventude Galeno teve formação estóica, assim sua posição pode ser interpretada como intermediária entre o estoicismo e o cristianismo. Galeno aceitava a Lei Natural da filosofia estóica mas rejeitava sua tese astrológica, aceitava o Guia Divino - esquema cristão - mas rejeitava a idéia de milagre. O pensamento de Galeno tinha certa atração ao cristianismo que estava destinado a substituir o estoicismo bem como outros esquemas pagãos. Parte dos escritos de Galeno foi preservada em detrimento de muitos escritos de autores pagãos, provavelmente pela atração que suas idéias exerciam sobre o ponto de vista cristão (Singer, 1996).

Deus era para Platão e Aristóteles uma realidade que se revelava em todos os fenômenos da Natureza, mas para Galeno era uma espécie de hipótese através da qual ele procurava explicar a estrutura do corpo humano. Galeno sob o argumento de que a Divina Sabedoria era insondável substituiu-a pela sua própria (Radl, 1988). A fisiologia de Galeno assentada na Teoria do Espírito Geral do Mundo e o princípio dos pneumas, ajustou os fatos à teoria, isto é às idéias dominantes da época.

A interpretação de Galeno, no que se refere ao sistema sangüíneo, deriva de Erasítrato de Quios, (cerca de 280 a.C.) um dos que iniciaram o “período alexandrino” da anatomia e que instituiu a fisiologia como disciplina regular na Escola de Alexandria, a mais famosa do mundo helenístico, um centro de investigação e ensino, fundada em fins do século IV a.C. (Bernal, 1975; Singer, 1996).

Erasítrato admitia a existência de dois pneumas ou espíritos - o vital e o animal - que imiscuídos no sangue orientavam as funções do organismo. Esse alexandrino descreveu o

---

<sup>2</sup> Estoicismo - designação às doutrinas dos filósofos gregos Zenão de Cício (340-264) e seus seguidores Cleanto (séc. III a.C.) e romanos como Marco Aurélio (121-180) caracterizadas sobretudo pela consideração do problema moral. Austeridade de caráter, rigidez moral, impassibilidade em face da dor ou do infortúnio. (Aurélio, p. 583).

modo de fechamento e objetivo das válvulas do coração, postulou um tipo de anastomose entre artérias e veias antevendo a necessidade de uma circulação capilar, o que sugere que ele dissecou corpos humanos, descreveu, dentre outros, as artérias aorta, pulmonar e hepáticas, de acordo com as idéias aristotélicas, admitia que vasos sanguíneos originavam-se no coração. (Singer, 1996; Key, 1979). Para Singer (1996), esse alexandrino esteve bem perto da “descoberta” da circulação do sangue, sendo impedido apenas pela sua teoria pneumática.

Galeno modificou e ampliou o sistema de Erasístrato advogando, por exemplo, que os vasos partiam do fígado e não do coração, considerou a existência de um terceiro pneuma, o natural e inato, que se alojava no fígado.

Galeno, monoteísta confesso, tendo realizado inúmeras disseções em animais, mais do que em corpos humanos, adaptou a medicina experimental à rigidez da teologia. A interpretação de Galeno sobre os fenômenos que observava estava permeada por uma visão de mundo, ou de acordo com Fleck (1986), permeada por um estilo de pensamento.

Estilo de pensamento é definido por Fleck (1986) “*como um perceber dirigido com a correspondente elaboração intelectual e objetiva do percebido*” (p.145). A formação, segundo um estilo, a tradição e os costumes dão origem a uma disposição para um perceber dirigido, restringido e uma atuação de acordo com o estilo de pensamento. Um especialista, segundo Fleck (1986), é uma pessoa especialmente moldada, atada à tradição, caso contrário não seria um especialista. Fleck valoriza e reconhece o peso da formação salientando que o equipamento teórico e a aplicação prática se adquirem nessa fase.

Para Fleck (1986) o estilo de pensamento, fruto de uma atividade social e determinado histórico e culturalmente, faz a mediação entre o sujeito cognoscente e o objeto a conhecer. Os pressupostos do sujeito e de seus pares, correspondem às conexões ativas e formam a parte do conhecer que é compartilhada por um coletivo; os resultados correspondem às conexões passivas e formam aquilo que se percebe como realidade objetiva, o estilo de pensamento permeia, portanto, a função cognoscitiva. Ambas as conexões estão presentes uma na outra, o saber só é possível sob certas pressuposições sobre o objeto, o conhecer só tem sentido quando relacionado a um estilo de pensamento.

A concepção de Galeno sobre o sistema sanguíneo só pode ser compreendida dentro de um estilo de pensamento. Embora sua interpretação seja inadequada para o estágio do conhecimento atual, balizado por outro estilo de pensamento, o modelo de Galeno estava ajustado às idéias dominantes da época.

Segundo Singer (1996), a obra “*Sobre Procedimentos Anatômicos*” é a que melhor representa os conhecimentos anatômicos de Galeno. Originalmente constituída por dezesseis volumes, apenas nove sobreviveram na língua grega, sete em uma versão árabe que acabaram sendo traduzidos para o alemão.

O princípio básico da vida, para Galeno, assentava-se na teoria do *pneuma ou espírito* - parte do Espírito Geral do Mundo - que era incorporado no ato da respiração. Mediante o princípio de três pneumas - *natural, vital e animal* - este médico explicou o sistema fisiológico do sangue através de engenhosa interpretação.

Galeno defendia que o fígado era o primeiro órgão a surgir no embrião, contrariando a idéia aristotélica, segundo a qual o coração se formava em primeiro lugar. Para Galeno os

alimentos absorvidos no intestino eram transportados através da veia porta até o fígado, órgão que abrigava o espírito natural (pneuma inato) que orientava as funções de nutrição, crescimento e dava origem às substâncias que cabia a cada órgão produzir (Singer, 1996; Porto et al 1991; Namora, 1989).

O fígado era o centro do sistema venoso e as veias que dele partiam distribuíam sangue impregnado de pneuma para os diversos órgãos. Esse sistema também absorvia resíduos produzidos pelo organismo (Porto et al, 1991).

Do fígado também partia um grosso vaso - veia cava que conduziria o sangue para a cavidade direita do coração. Para esse sangue Galeno reservou dois caminhos: uma parte era levada para os pulmões onde os resíduos se vaporizavam para serem eliminados durante a expiração para em seguida fluir de volta para o sistema venoso. O que restava passava, gota a gota, para a cavidade esquerda do coração através de poros e canalículos invisíveis existentes no septo interventricular. (Singer, 1996; Porto, 1994; Porto et al, 1991).

O lado esquerdo do coração abrigava o espírito vital incorporado do mundo exterior, no ato da respiração, através da traquéia e da artéria venosa (nossa veia pulmonar). O espírito vital comandava os movimentos involuntários, gerava a alegria, a dor, os prazeres e as paixões e era distribuído com o sangue através das artérias (Singer, 1996; Porto, 1994; Namora, 1989), algumas delas se dirigiam para a cabeça que abrigava o espírito animal, pneuma que orientava os movimentos voluntários e os fenômenos intelectuais. O sangue impregnado desse pneuma era distribuído através dos nervos que se supunha serem ocos (Singer, 1996; Namora, 1989).

A movimentação do sangue era explicada através de um complexo trajeto que dependia de um mecanismo de fluxo e refluxo comparado, por Galeno, ao das marés. Segundo a concepção galênica o sangue se movia para o exterior, afim de formar a estrutura do corpo, como os ossos, músculos etc, por isto havia a necessidade, incessante, da sua produção pelo fígado (Porto, 1994; Porto et al, 1991).

A idéia de Galeno segundo a qual o sangue seria o meio de transporte de pneuma, incorporado do mundo exterior no ato da respiração, pode ser interpretada com o que Fleck (1986) denomina de uma *protoidéia*, que estaria associada ao que hoje conhecemos como transporte de gases pelo sangue e como hematose - trocas gasosas efetuadas a nível pulmonar, esta, explicada por Galeno mediante a vaporização de resíduos presentes no sangue e a eliminação dos mesmos no ato da expiração. As protoidéias são compreendidas por Fleck como esboços históricos evolutivos e pré-científicos das teorias atuais, para as quais constituíram ponto de partida. As protoidéias não podem ser julgadas corretas ou incorretas, apenas pertencem a outro estilo de pensamento para o estilo atualmente dominante são inadequadas, mas para os seus criadores não o eram.

### **Instauração e Extensão das Idéias de Galeno**

Segundo Namora (1989) há indícios de que o “*Príncipe dos Médicos*”, como era chamado Galeno, tenha escrito cerca de quinhentos volumes. Aqueles que sobreviveram influenciaram os séculos que o sucederam; atravessaram épocas inteiras, serviram como fonte de consulta e orientação, marcando o ensino médico por cerca de mil e quinhentos anos. A

teoria de Galeno tornou-se a base das crenças humanas sobre o microcosmo - o pequeno mundo dos homens (Bernal, 1975).

Fleck (1986) adverte que quando um sistema de idéias está estruturalmente formado e fechado, composto de numerosos detalhes e relações, pode persistir frente a tudo o que o contradiga. A persistência em ver somente segundo esse sistema de idéias é uma forma de proceder ativa e uma contradição nesse sistema é impensável. Argumenta, ainda, que em caso de se observar algo que contradiga o sistema são realizados todos os esforços possíveis para explicar a exceção sem comprometê-lo ou, então, se guarda silêncio. Apesar das concepções contraditórias, serem por vezes legítimas, tende-se a ver somente as circunstâncias que corroboram as idéias dominantes.<sup>3</sup>

Galeno que iniciou seus estudos em Pérgamo, Ásia Menor, com professores locais, dirigiu-se a Corinto e Alexandria para estudar com professores famosos. Quando retornou a Pérgamo, sua cidade natal, já bem conceituado, foi escolhido para ocupar o cargo bastante disputado de médico dos gladiadores. Aproveitou a oportunidade para ampliar seus conhecimentos através dos cuidados que dispensava às feridas dos gladiadores (Namora, 1989).

Segundo Namora (1989) ainda que Galeno quisesse dizer “o calmo, o doce”, sua personalidade nada conferia com tais atributos. Era polêmico e ambicioso, seus conceitos sempre tinham um cunho ostensivo e pessoal. Das doutrinas que o antecederam sempre escolheu aquilo que julgava procedente e que estivessem de acordo com suas convicções. Dizia não ser seguidor de nenhuma escola mas que selecionava o que tinha de bom em cada uma delas. A fama que desfrutava atraía uma gama de admiradores assim como de adversários (Singer, 1996).

Galeno se instalou em Roma em cerca de 162 d.C., no início do reinado do imperador estóico Marco Aurélio, à procura de fortuna dedicando-se à lucrativa prática da medicina (Singer, 1996; Bernal, 1975). O dia de um médico em Roma começava ao alvorecer quando ele se dirigia ao átrio do Templo da Paz onde, dentre outros médicos, Galeno dava conferências em ressonante prosa sobre medicina. A elite romana lotava o teatro quando ele fazia conferências sobre anatomia e fisiologia, escribas anotavam seus tratados, que ele ditava em voz alta. Galeno enunciava suas teorias como dogmas infalíveis. Ninguém teve tanto reconhecimento na Roma Imperial, em relação à prática médica, quanto o jovem grego Cláudio Galeno, adquirindo boa reputação entre os romanos das classes mais elevadas. Era considerado um cientista e muitos médicos dele se aproximavam para receber ensinamentos. Chegou a exercer diversos cargos na corte, era eclético e apreciava a experiência (Melo, 1989).

De acordo com Fleck (1986) quando um sistema de idéias, uma concepção passa a ser compartilhada por especialistas então forma-se um coletivo de pensamento, que aderido ao seu estilo de pensamento o usa sistematicamente para fornecer suas interpretações, seus modelos explicativos e a resolução de seus problemas.

*“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*

---

<sup>3</sup> Esta, como outras similaridades da análise de Fleck com a de Thomas Kuhn, é mais detalhadamente considerada em Delizoicov et al (1999). Kuhn (1975), embora sem explicitar como, informa que Fleck o influenciou na elaboração da sua teoria dos paradigmas.

*sentido literal da expressão, em um ponto de vista, então uma contradição parece impensável e inimaginável* “(Fleck, 1986, p. 75).

Na análise histórico-epistemológica de Fleck todo estilo de pensamento, toda teoria dominante passa por um período clássico, isto é, quando o estilo de pensamento está devidamente instaurado e como consequência ocorre a extensão do estilo, é a fase da “harmonia das ilusões”, onde só se observam fatos que se encaixam perfeitamente na teoria dominante.

Os conceitos de Galeno sobre anatomia e fisiologia receberam amplo apoio da igreja, mantendo-se assim inabaláveis por vários séculos (Porto, 1994). A Idade Média marcada por uma concepção de mundo na qual a natureza era intocável, nenhum avanço significativo foi dado à fisiologia. A liderança intelectual passou para os povos de língua árabe, documentos importantes da medicina grega foram traduzidos e, no ocidente, as leituras científicas consistiam em versões para o latim de trabalhos originalmente gregos (Singer, 1996).

Galeno tornou-se, portanto, a fonte dos conhecimentos médicos e anatômicos árabes e medievais, adquirindo autoridade tão grande quanto a de Aristóteles. Os médicos, impressionados com a gama de seus conhecimentos e da sua técnica experimental, hesitavam em se opor às suas observações (Bernal, 1975). O conteúdo teológico de suas idéias era bastante aceitável para a crescente teologia da fé cristã, objetá-las tornou-se, com o tempo, uma séria ofensa (Melo, 1989).

### **Transformação de um Estilo de Pensamento**

No modelo de Fleck, após um período clássico da teoria dominante, surge o período das exceções no qual os problemas propostos começam a desafiar a teoria. Assim se deu com as idéias de Galeno.

Como um novo fato não ocorre de um só golpe e de uma forma genial, mas com a evolução e a transformação de um estilo de pensamento, conforme adverte Fleck, passamos a pontuar alguns acontecimentos que antecederam o estabelecimento de uma nova interpretação sobre o trajeto do sangue no corpo humano.

No século XIII, o médico sírio Ibnal-Nafis (ou Ibn al-Nafis al-Qurashi) que, 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 músculo cardíaco, encontravam-se isoladas uma da outra por uma parede que impedia a passagem do sangue. Contrariando, assim, Galeno que admitia a existência de poros invisíveis no septo interventricular. Para Ibnal-Nafis o sangue chegava ao lado esquerdo do coração pela veia arteriosa depois do pulmão lhe fornecer alimento (Porto, 1994). Ocorre, portanto, o que Fleck denomina de “complicações” (Fleck, 1986), ou seja, passa a haver a consciência de que algo “não vai bem” no interior da teoria dominante.

No entanto, é no Renascimento que mais claramente podemos localizar aspectos que propiciariam as condições para uma transformação no estilo de pensamento que por cerca de quinze séculos balizou a compreensão do sistema sanguíneo. Singer (1996) destaca a profunda influência que o movimento das artes, no início do século XV, exerceu sobre o progresso da anatomia. Para Bernal (1975), a representação plana do espaço tridimensional e

a realista do corpo humano colocavam problemas novos a serem enfrentados pelos pintores renascentistas.

“*Acima de tudo, tal arte requeria o estudo da anatomia do próprio corpo humano, para descobrir o mecanismo subjacente aos gestos e às expressões. ... o corpo humano era dissecado, explorado, medido, desenhado e explicado como uma máquina extremamente complexa.*” (Bernal, 1975, pp 388-389).

Dado o clima vivido pelo renascimento italiano, tais práticas se disseminam por um coletivo mais amplo que propriamente aquele constituído pelos artistas. Na interpretação de Bernal:

“*... os médicos italianos e o grande número de estudantes estrangeiros que acorriam à Itália para estudar medicina não estavam isolados; misturavam-se livremente com artistas, matemáticos, astrônomos e engenheiros ...*” (Bernal, 1975, p. 389).

É neste contexto que localizamos a contribuição significativa de alguns médicos para a transformação do estilo de pensamento galênico.

Vesálio (1514-1564) que em 1537 foi nomeado professor da universidade de Pádua, considerada o centro científico da renascença, representa uma expressão poderosa do movimento naturalista associado ao renascimento. Publicou *De Humani Corporis Fabrica* em 1543 que, segundo Singer (1996), constitui não só o alicerce da medicina moderna como ciência, mas a primeira realização da própria ciência em tempos modernos. A obra de Vesálio foi publicada no mesmo ano em que Copérnico afirmava que a Terra não era o centro do universo. Segundo Singer (1996) esses dois intelectuais derrubaram, respectivamente, a teoria medieval do microcosmo e do macrocosmo. Na segunda edição de seu livro, Vesálio contestou muitas das observações anatômicas de Galeno. Quanto aos poros interventricular afirmou que tentou passar cerdas através dos mesmos mas não conseguiu, contestando, assim explicações dadas por Galeno.

Miguel de Servet (1511-1553) médico e teólogo cuja concepção sobre o trajeto do sangue não concordavam com as idéias de Galeno, tinha convicção da mudança qualitativa no sangue por ocasião de sua passagem pelos pulmões. Esta foi a primeira menção, segundo Porto (1994) do que hoje conhecemos como pequena circulação sangüínea. Servet teve destino marcado pela intransigência da visão de mundo da época e assim, por ter publicado obras que desafiaram certos dogmas teológicos que desagradaram tanto a Igreja romana quanto aos reformistas, foi condenado à fogueira. Aqui, a *coerção de pensamento*, que segundo Fleck (1986) é fundamental para a introdução e a formação dos componentes de um coletivo que compartilham um estilo de pensamento, se faz presente não só do ponto de vista da cognição. Foi coercitivo também na aniquilação física de seus desafetos.

Realdo Colombo (1516-1559), discípulo de Vesálio, reitera as insinuações de Servet sobre a circulação do sangue, negando a comunicação entre o lado direito e esquerdo do coração e intuindo a passagem do sangue pelos pulmões, mas ainda atribuía ao fígado a mesma função descrita por Galeno. Entretanto, a teoria de Colombo não produziu nenhuma séria ameaça para a doutrina galênica. (Porto, 1994).

Hieronymus Fabricius de Acquapendente (1533-1619) descreveu minuciosamente as válvulas das veias, mas segundo Porto (1994), talvez por influência de Galeno, interpretou

mal a verdadeira função das válvulas venosas, acreditando que elas impediam a saída do sangue do coração e não o seu fluxo em direção a ele.

Mas, é com o médico William Harvey (1578-1657) formado pela universidade de Pádua, que significativa ruptura completa o processo de transformação que vinha se operando no pensar e no agir. Um novo estilo de pensamento passa a permear uma nova interpretação a respeito da movimentação do sangue no corpo humano.

Harvey se valeu de conhecimentos anatômicos e fisiológicos que estavam disponíveis havia décadas, porém o olhar lançado sobre fatos já conhecidos foi qualitativamente diferente de seus antecessores. Harvey descartou a questão dos espíritos, ou pneumas, que permearam as interpretações antigas e aderiu à crescente crença sobre a possibilidade da matematização dos fenômenos terrenos, jamais admitida no período anterior ao da Ciência Moderna (Koyré, 1982; Caraça, 1975). Assim, numa perspectiva dinâmica e quantitativa, valendo-se de provas e cálculos matemáticos, passa a interpretar seus ensaios biológicos.

Seguindo as lições de Acquapendente e convencido 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, Harvey dedicou-se à fisiologia cardíaca e circulatória, colocando-se a observar e estudar organismos em funcionamento, realizando experiências em animais vivos. Dessa forma, colocou a descoberto a artéria de um animal e apertou-a com um fio, cortando-a acima do aperto, a cada pulsação cardíaca, o sangue golfava do vaso amputado, até que a hemorragia foi diminuindo e o coração reduzindo seus batimentos. Contraoando-se a Galeno, pois se o fígado fosse a sede da produção do sangue, esse órgão deveria ter suprido o que se perdera na hemorragia. Harvey laqueou o vaso sangüíneo que partia do coração de uma cobra e, a seguir, incizou-o e nenhum sangue jorrou, ao final de alguns segundos o coração começou a inchar pela acumulação do sangue proveniente dos pulmões e das outras partes do organismo. (Porto, 1994; Namora, 1989).

Uma outra “complicação” começa a se esboçar, quando este dado é confrontado com o “pano de fundo” do modelo galênico. Também aqui, a coerção de pensamento já não é mais suficiente forte para impedir que haja a consciência de que algo não se comporta como o modelo (de Galeno) prevê.

Prosseguindo em suas investigações Harvey comprimiu uma veia superficial do braço e foi espremendo o sangue no sentido do coração, quando deixou de realizar a segunda manobra, o sangue não refluiu à veia, o que evidenciou a existência de válvulas que se fechavam impedindo o retrocesso. Ao deixar de comprimir a veia o sangue corria de novo, vindo da extremidade do membro para o coração. Dessa forma, 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, a circulação se fazia num extenso circuito (Porto, 1994; Key, 1979; Namora, 1989).

Harvey publicou em 1628 seu livro *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus* onde sintetizou seus estudos. Harvey demonstrou que o coração recebe e expelle sangue, cujo volume total que circula pelo corpo foi provado através de cálculos matemáticos; que o sangue deixa o coração através da artéria e retorna pelas veias cujas válvulas impedem a circulação para fora; que através do sangue os venenos ou as drogas são distribuídos por todo o corpo. (Porto, 1994).

Em última análise, Harvey realizou seus estudos sob um outro estilo de pensamento em construção, que permeado por idéias do antigo passa a ser construído através da interação com outros coletivos de pensamento, dos quais incorpora elementos. Segundo Singer (1996) toda a obra de Harvey é permeada com idéias de Aristóteles e Galeno, referindo-se a este último como “aquele homem divino, aquele Pai dos médicos”. Fleck destaca a dependência histórica entre estilos de pensamentos subsequentes. O novo estilo de pensamento contém vestígios que decorrem do desenvolvimento histórico de muitos elementos de outros estilos.

### **Comentários Finais**

Ao mesmo tempo que um resgate histórico sobre o desvelamento da circulação sanguínea foi abordado tendo como fonte de referência, sobretudo, a história da medicina, este estudo procura enfatizar uma concepção de Ciência que rompe com aquelas que vêm sendo detectadas em pesquisas sobre as concepções dos professores a respeito da natureza do conhecimento científico. Este parece ser um papel relevante a ser desempenhado pela História e Filosofia da Ciência, quando abordada em cursos de formação de professores.

O ensaio realizado neste trabalho permitiu que uma interpretação epistemológica da história do desenvolvimento do conceito de circulação sanguínea, a partir de categorias de um autor ainda pouco conhecido no Brasil pela comunidade de pesquisadores em ensino de ciências, pudesse destacar aspectos fundamentais de uma concepção de conhecimento científico que rompe com a visão Clássica, fortemente atrelada ao positivismo.

De fato, Ludwik Fleck (1896-1961), médico polonês, ao publicar seu livro “*Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache* “ (“A Gênese e o Desenvolvimento de um Fato Científico”) em 1935, apresenta uma reflexão epistemológica em franca oposição ao empirismo lógico do Círculo de Viena. Seu referencial está em sintonia com o que hoje denominamos uma perspectiva construtivista-interacionista do conhecimento. Suas categorias analíticas são embasadas, sobretudo, pela sociologia do conhecimento, sendo considerado na Europa como pioneiro na abordagem construtivista, interacionista e sociologicamente orientada sobre a história e filosofia da ciência (Cohen & Schnelle, 1986; Löwy, 1990; Lie, 1992).

Além destas características da produção deste autor, ressalta-se que sendo principalmente um pesquisador da área biomédica - grande parte da sua produção refere-se à microbiologia, com cerca de uma centena de trabalhos publicados (Cohen & Schnelle, 1986)- sua contribuição é fortemente marcada pela sua formação e produção científica, o que por si só já o recomenda para estudo, particularmente nos cursos da área de ciências da vida, além daqueles destinados à formação de professores de ciências naturais. Ele poderia se constituir numa das referências para focar História da Ciência, contribuindo para a compreensão do desenvolvimento histórico de outros conceitos, similarmente ao que aqui se abordou. Está claro que tal empreendimento tem uma demanda de pesquisa, para além do ensino.

### **Referências bibliográficas**

BERNAL, J. D. (1975). *Ciência na História*. Lisboa, Livros Horizonte Ltda, vols. 1-2.

- BIZZO, N. (1996). Graves Erros de Conceito em Livros Didáticos de Ciências. *Ciência Hoje*. Rio de Janeiro, SBPC, 21(121), 26-35.
- CARAÇA, B. J. (1975). *Conceitos Fundamentais da Matemática*. Lisboa, Gráfica Brás Monteiro.
- COHEN, R. & SCHNELLE, T. (ed.) (1986). *Cognition and Fact*. Dodercht: Reidel.
- DELIZOICOV, et al (1999). *Sociogênese do Conhecimento e Pesquisa em Ensino: contribuições a partir do referencial fleckiano*. Florianópolis, PPGE/CED/UFSC (mimeo).
- DUCROS, B. (1989). *Concept de Circulation du Sang: Productions d'Outils Didactiques*. vol. 1 e 2, Paris, Universidade de Paris VII. Thèse de Doctorat.
- FLECK, L. ( [1935] 1986). *La Génesis y el Desarrollo de un Hecho Científico*. Madrid, Alianza Editorial.
- FRACALANZA, HILÁRIO. (1993). *O Que Sabemos Sobre Os Livros Didáticos Para O Ensino De Ciências No Brasil*. Campinas, UNICAMP/FE, Tese de Doutorado.
- GAGLIARDI, R. (1988). Cómo Utilizar la Historia de las Ciencias en la Enseñanza de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), 291-296.
- GAGLIARDI, R. e GIORDAN, A. (1986). La História de las Ciencias: Una Herramienta para la Enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (3), 253-258.
- KEY, J. D. et al (1979). Historical Development of Concept of Blood Circulation - An Anniversary Memorial Essay to William Harvey. *The American Journal of Cardiology*, vol. 43.
- KOYRE, A. (1982). *Estudos da História do Pensamento Científico*. Brasília, Ed. Universidade de Brasília.
- KUHN, T. (1975). *A Estrutura das Revoluções Científicas*. São Paulo, Editora Perspectiva S. A.
- LAVARDE, A. (1992). *Contribution a l' Étude de las Schematisation dans l' Enseignement de la Circulation Sanguine*. Universite de Paris VII. Thèse de Doctorat.
- LIE, R.K. (1992). Book review: The Polish school of philosophy of medicine: from Tytus Chalubinski to Ludwik Fleck. *Soc. Sci. Med.* 34 (3), pp. 335-338.
- LOMBARDI, O. I. (1997). La Pertinencia de la Historia en la Enseñanza de Ciencias: Argumentos e Contraargumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (3), 343-349.
- LÖWY, (1990). Fleck e a historiografia recente da pesquisa biomédica. In: PORTOCARRERO, V. – *Filosofia, História e Sociologia das Ciências*. Rio de Janeiro, Ed. Fiocruz, pp. 233-249.

MATTHEWS, M.R. (1994). Historia, Filosofía y Enseñanza de las Ciencias: La Aproximación Actual. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 255-277.

MEC/FAE/PNLD. (1994). *Definição de Critérios para Avaliação dos Livros Didáticos*. Brasília, MEC.

MELO, J. M. S. (1989). *A Medicina e sua História*. Rio de Janeiro, Ed. de Publicações Científicas.

NAMORA, F. (1989). *Deuses e Demônios da Medicina*. Sintra, Publicações Europa América.

PORTO, C. C. et al. (1991). O Sistema Circulatório de Galeno a Rigatto. *Arquivo Brasileiro de Cardiologia*, 56 (1), 43-50.

PORTO, M. A. (1994). A Circulação do Sangue, ou o Movimento do Conceito de Movimento. *História, Ciências, Saúde - Manguinhos*, 01 (01), 19-34.

RADL, E.M. (1988). *História de las teorías biológicas -1. Hasta el siglo XIX*. Madrid, Alianza Editorial, 129-149.

SINGER, C. ( [1956] 1996). *Uma Breve História da Anatomia e Fisiologia desde os Gregos até Harvey*. Campinas, Ed. da UNICAMP.