

**Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Ciências da Educação  
Programa de Pós Graduação em Educação  
Doutorado em Ensino de Ciências Naturais**

**O MOVIMENTO DO SANGUE NO CORPO HUMANO:  
HISTÓRIA E ENSINO**

**NADIR CASTILHO DELIZOICOV**

**Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação  
em Educação - Centro de Ciências da Educação -  
Universidade Federal de Santa Catarina  
para obtenção do título de  
Doutor em Educação – Ensino de Ciências Naturais.**

**Orientadora - Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Edel Ern (UFSC)  
Co-Orientadora - Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Helena  
da Silva Carneiro (UnB)**

**Florianópolis, Agosto de 2002**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
CURSO DE DOUTORADO EM EDUCAÇÃO**

**"O MOVIMENTO DO SANGUE NO CORPO HUMANO: HISTÓRIA E ENSINO"**

**Tese submetida ao Colegiado do  
Curso de Pós-Graduação em  
Educação do Centro de Ciências  
da Educação em cumprimento  
parcial para a obtenção do título  
de Doutora em Educação.**

**APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 16/08/2002**

Dra. Edel Ern – CED/UFSC (Orientadora) - *Edel Ern*  
Dra. Maria Helena da Silva Carneiro – MTC/UnB (Co-orientadora) *Carneiro*  
Dra. Nadir Ferrari – CCB/UFSC (Examinadora) *Nadir Ferrari*  
Dra. Sandra Lúcia Escovedo Selles – UFF/RJ (Examinadora) *Selles*  
Dr. Maurício Pietrocola de Oliveira – USP/SP (Examinador) *Maurício Pietrocola*  
Dr. José Erno Taglieber – UNIVALI/SC (Examinador) *Taglieber*  
Dra. Vivian Leyser da Rosa – CCB/UFSC (Suplente) *Vivian Leyser da Rosa*  
Dra. Leda Scheibe – CED/UFSC (Suplente)

*Lucidio Bianchetti*  
Dr. Lucídio Bianchetti  
Coordenador do PPGE

*Nadir Castilho Delizoicov*  
Nadir Castilho Delizoicov

*Florianópolis, Santa Catarina, Agosto de 2002*

**Ao Demétrio**

Companheiro, marido e professor.

Pela nossa História.

# ÍNDICE

	Pág.
RESUMO.....	05
ABSTRACT .....	06
AGRADECIMENTOS .....	07
APRESENTAÇÃO .....	09
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>SISTEMA SANGÜÍNEO, ANALOGIAS E HISTÓRIA DA CIÊNCIA.....</b>	<b>19</b>
I.1. – Ensino Aprendizagem do Sistema Sangüíneo Humano.....	21
I.2. – As Analogias no Ensino das Ciências Naturais.....	29
I.3. – História e Filosofia da Ciência e Ensino de Ciências.....	33
I.3.1. – Posições Favoráveis.....	34
I.3.2. – Restrições Apontadas.....	38
I.4. – A História e a Filosofia da Ciência e a Formação de Professores .....	42
I.5. – A História do Movimento do Sangue e o Ensino de Ciências e de Biologia.....	47
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>CONTRIBUIÇÃO DE LUDWIK FLECK.....</b>	<b>49</b>
II.1.- Dados Biográficos.....	49
II.2. – Fleck e a Produção do Conhecimento.....	52
II.2.1.- Caracterização da sua Epistemologia.....	52
II.2.2.– Desdobramentos das Idéias de Fleck .....	65
II.2.3 – Fleck e a Pesquisa em Ensino.....	66
II.3. – As Categorias Fleckianas e o Objeto de Estudo.....	71
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>PROCEDIMENTOS PARA OBTENÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....</b>	<b>81</b>
III.1. – Seleção dos Livros Didáticos.....	82
III.1.1. – Ensino Fundamental .....	82
III.1.2. – Ensino Médio .....	84
III.1.3. – Ensino Superior.....	86
III.2. – Análise dos Livros .....	88
III.3. – Seleção dos Textos.....	90
III.4. – Elaboração do Instrumento para Entrevista.....	91
III.4.1. – Roteiro das Entrevistas.....	91
III.5. – Os Professores .....	92

**CAPÍTULO IV****AS INTERPRETAÇÕES SOBRE O TRAJETO**

<b>DO SANGUE NO CORPO HUMANO .....</b>	<b>94</b>
IV.1. – O Estilo de Pensamento Galênico.....	94
IV.1.1. – O Papel da Circulação Intercoletiva de Idéias.....	96
IV.1.2. – A Síntese Galênica .....	103
IV.1.3. – Instauração e Extensão do Estilo de Pensamento Médico Galênico.....	107
IV.1.4. – A Anatomia em outros Coletivos.....	114
IV.2.- O Estilo de Pensamento de Harvey .....	118
IV.2.1. – Circulação Intercoletiva de Idéias.....	119
IV.2.2. – A Ruptura com o Estilo de Pensamento Galênico.....	132
IV.2.3 – Instauração e Extensão de um Novo Estilo de Pensamento.....	141

**CAPÍTULO V****O ENSINO DO MOVIMENTO DO SANGUE NO CORPO HUMANO.....**

<b>147</b>	
V.1. – Educação em Ciência e Coletivos de Pensamento .....	147
V.2. – Disseminação de Idéias em Círculos Exotéricos .....	151
V.2.1. –Coletivos Leigos no Âmbito da Escola .....	151
V.2.1.1. -Trajeto do Sangue - Um Sistema Fechado .....	152
V.2.1.2. - Identificação de Analogias.....	156
V.2.1.3.- Identificação de Ilustrações.....	167
V.2.1.4. - Interdependência entre os Sistemas do Corpo Humano.....	175
V.2.2. - Coletivos de Leigos Formados.....	180
V.2.2.1. - Perfil dos Professores .....	181
V.2.2.2. - Os Manuais .....	182
V.2.2.3. - As Aulas .....	192
V.2.3. - Característica da Disseminação .....	198
V.3. - Outra Possibilidade de Disseminação.....	201

**CONSIDERAÇÕES FINAIS.....****REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....****ANEXOS .....**

Transcrições das Entrevistas .....

Ficha de Dados do Professor .....

Textos Selecionados dos Livros Didáticos .....

## RESUMO

Neste trabalho analisa-se o conhecimento sobre o movimento do sangue no corpo humano considerando os contextos de sua produção e de sua disseminação.

Um resgate histórico sobre o desenvolvimento do conceito de circulação sangüínea no corpo humano foi realizado a partir de uma perspectiva epistemológica referenciada em categorias da teoria do conhecimento de Ludwik Fleck. Analisa-se a dinâmica da circulação inter e intracoletiva de idéias, bem como a instauração, extensão e transformação dos estilos de pensamentos sobre a circulação do sangue que se sucederam historicamente.

Relativamente à disseminação desse conhecimento no âmbito da educação escolar, foi investigado o ensino da circulação do sangue através das práticas docentes e do conteúdo exposto nos livros didáticos. Foram analisados livros da educação fundamental e média e, examinados, de forma pontual, manuais utilizados na formação dos docentes de ciências e de biologia. Com o uso articulado dos resultados desta análise e de entrevistas realizadas com professores da educação fundamental e média foi possível caracterizar e tecer considerações a respeito do ensino da circulação sangüínea no corpo humano.

Argumenta-se que os problemas que este tema apresenta no seu ensino precisam ser enfrentados com práticas docentes diferentes daquelas que historicamente vêm sendo desenvolvidas.

Defende-se a necessidade da inserção da história e da filosofia da ciência em cursos de formação de professores. É sugerida uma abordagem para o ensino da circulação sangüínea segundo uma concepção do processo de produção do conhecimento científico distinta da visão reducionista que tem caracterizado a disseminação e o ensino das ciências naturais.

**Palavras-chaves:** história da ciência, circulação sangüínea, formação de professores, coletivos de pensamento.

## ABSTRACT

This work analyzed knowledge about the flow of blood in the human body considering the contexts of the production and dissemination of this knowledge.

A historical review of the development of the concept of blood circulation in the human body was conducted, based on the epistemological perspective of Ludwik Fleck's categories of theories of knowledge. The study analyzes the dynamic of the inter and intra-collective circulation of ideas, as well as the instauration, extension and transformation of the styles of thought about the circulation of blood that have historically evolved.

The study also analyzes the dissemination of this knowledge in the realm of schools, by studying education about blood circulation established in teaching practices and content presented in textbooks. Elementary and high school text books were analyzed and examined, specifically in relation to the question, as well as manuals used in the training of science and biology teachers. Through the articulated use of the results of this study and of the interviews conducted with elementary and high school teachers, it was possible to characterize the teaching of blood circulation in the human body and make certain observations.

The work maintains that the problems found in the education of this theme need to be confronted with teaching practices that are different than those that have been used traditionally.

The need to insert the history and philosophy of science in teacher training courses is defended. In conclusion the paper suggests adopting an approach to the teaching about blood circulation according to a process of scientific production of knowledge distinct from the reductionist view that has characterized the dissemination and teaching of natural sciences.

**Key words:** history of sciences, blood circulation, teacher training, thinking collectives.

## AGRADECIMENTOS

À Professora Edel Ern por aceitar o desafio de orientar um trabalho em andamento; pela confiança em mim depositada, por respeitar meu ritmo de produção e pelo incentivo para que este momento se concretizasse.

À Professora Maria Helena S. Carneiro que apesar da distância, também aceitou o desafio da co-orientação; pela colaboração nas referências bibliográficas, por todos os telefonemas, emails, sedex e o material trazido da França.

Aos Professores de ciências e de biologia de escolas públicas da Grande Florianópolis que, gentilmente, dispuseram-se a colaborar com este trabalho submetendo-se, pacientemente, às minhas perguntas durante as entrevistas.

Aos professores do Doutorado em Educação: Ensino de Ciências Naturais, da Universidade Federal de Santa Catarina, pelas valiosas discussões que muito colaboraram para a realização deste trabalho.

Aos professores que participaram da banca do exame de qualificação, Maurício Pietrocola, Nadir Ferrari e Vivian Leyser da Rosa, pelos comentários e sugestões que me ajudaram a visualizar melhor os rumos do trabalho e redimensioná-lo.

Aos meus colegas do curso de doutorado, pela cumplicidade das angústias e incertezas durante a caminhada percorrida mas, particularmente, à Adriana Mohr colega e amiga solidária.

Aos colegas e amigos do grupo fleckiano Cutolo, Marcão, Karen, Armênio e em especial ao professor, o Demétrio.

À CAPES que me concedeu a bolsa de estudos, usufruída por apenas dois anos.



À Miriam, minha professora e maestra, por ter me ajudado a realizar um desejo latente, o de “viajar” pelo mundo da música, ainda que agora, e cantando; um merecido relax. A todo grupo do coral, particularmente ao do contralto, pela cumplicidade amizade e carinho. E, ainda, ao grupo do “culto brahmanico”; um pouco mais de relax.

A Francisco Castilho (*in memoriam*), meu pai, cuja educação e valores legados me fizeram chegar ao final deste trabalho.

À Adelaide de Almeida Castilho, minha mãe, pelo incentivo, apoio, carinho e pelas “preces” para que eu pudesse concluir a tese.

Ao Gustavo, à Luciana, ao Carlos e à Geysa sobrinhos amados, pelo carinho e orgulho que me proporcionam e pela torcida para a finalização da tese.

À minha irmã Méris, “mãezona”, a quem tenho grande admiração pela perseverança e pela dedicação à família; ao meu cunhado Aimar, pela relação com os filhos e com a família em geral; a ambos por dividirem conosco o Carlos, a Lu, o Guga e a Geysa.

À Dona Lourdes e ao Senhor Jorge, meus sogros, minha admiração pelo exemplo de vida, de companheirismo e por sempre apoiarem as nossas boas “loucuras”.

A todos os Amigos.

Ao Demétrio, o meu grande e especial agradecimento pelas pacientes discussões, imenso apoio e incentivo para chegar a este final.

Muito obrigada.

## APRESENTAÇÃO

O Coração é uma Bomba? O Coração é uma Bomba Hidráulica? Em qual contexto esta proposição analógica foi concebida para a compreensão da circulação sanguínea? Como esta analogia é apresentada pelos livros didáticos adotados nas escolas brasileiras de ensino fundamental e de ensino médio e, ainda, pelos livros utilizados no ensino superior? Qual o papel desta analogia na prática docente de professores de Ciências e de Biologia?

Na busca de respostas para as três últimas questões realizei uma investigação que é exposta neste trabalho. Meu objetivo ao realizá-la foi obter resultados a partir dos quais seja possível tecer considerações a respeito do ensino da circulação sanguínea.

Minha preocupação nesta tese é com a formação do professor, tanto a inicial quanto a continuada. Neste sentido, a atuação docente é um dos pontos de referência. Ela é o ponto de partida do qual surgiu o tema de investigação e é o ponto de chegada na medida em que apresento encaminhamentos para a atuação docente. O ensino da circulação sanguínea é um assunto que me permite argumentar em defesa das minhas proposições e sugestões, uma vez que os problemas de ensino que este tema apresenta precisam ser enfrentados com práticas docentes diferentes das que historicamente têm caracterizado o ensino de ciências e de biologia.

A gênese desta pesquisa está intrinsecamente ligada a minha história de vida profissional, conforme aspectos a ela relacionados que apresento a seguir.

A partir de minha atuação docente nas disciplinas de ciências no Ensino Fundamental, de biologia no Ensino Médio, em cursos de formação continuada de professores e como membro do Grupo de Pesquisas em Ensino de Ciências Naturais de Santa Catarina (GEPECISC) – Centro de Educação da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC –, venho me confrontado, assim

como muitos outros pesquisadores da área, com problemas que afetam o processo ensino – aprendizagem, particularmente aqueles que se referem à forma como conceitos e conteúdos estão inseridos em muitos materiais didático-pedagógicos utilizados em sala de aula.

Um dos aspectos que me afetava enquanto profissional e que era compartilhado por muitos dos professores com os quais trabalhava relacionava-se à abordagem dos conteúdos relativos a Programas de Saúde. No curso de Biologia, estes conteúdos nem sempre fazem parte da programação, tendo o professor que se instrumentalizar fora da academia buscando, por exemplo, fontes bibliográficas das mais variadas. No decorrer da minha vida profissional fui me conscientizando de que as referências bibliográficas consultadas sobre o assunto eram necessárias, mas não suficientes e, nem sempre, as mais adequadas. Sentia a necessidade de uma parceria com profissionais da saúde pois questões de ordem teórico-metodológicas deviam ser consideradas e, na minha compreensão, somente tais profissionais poderiam prestar algum auxílio.

Quero destacar que uma das lacunas existente na formação do professor em termos de conteúdo muitas vezes é preenchida quase que unicamente pelo apoio mais imediato: o próprio livro didático. No entanto, muitos livros, particularmente aqueles destinados ao ensino fundamental, muitos deles distribuídos pelo Ministério da Educação e Cultura – MEC - às escolas públicas brasileiras, e que têm forte presença nas salas de aula, veiculam, não raramente e de maneira implícita, uma concepção biologicista e unilateral do processo saúde – doença uma vez que a preocupação é evitar ou eliminar o agente patológico. Há ênfase nos procedimentos individuais para manter a saúde e evitar a doença, em detrimento de uma discussão que insira este processo no âmbito das questões sociais, políticas e econômicas, além de outros problemas ligados a conceitos e conteúdos, conforme análises realizadas por pesquisadores que tiveram o livro didático como objeto de estudo (ALVES, 1990, FRACALANZA, 1993; MOHR, 1994; DELIZOICOV, N. 1995; BIZZO, 1996).

Foi tendo como foco de interesse a abordagem com a qual o conhecimento está presente nos materiais destinados ao ensino das ciências

naturais e à formação do professor, quer inicial quer continuada, que em minha dissertação de mestrado (DELIZOICOV, N. 1995) investiguei a interação do professor de ciências com o livro didático, tomando como mediador desta relação conteúdos relativos aos Programas de Saúde na prática docente.

A minha preocupação foi investigar se as idéias que se encontram subjacentes - currículo oculto – (GIROUX, 1986) nos conteúdos de Programas de Saúde eram percebidas pelo professor e, ainda, como ele abordava tais conteúdos. Para tanto, construí um instrumento para obtenção de dados a partir de um texto extraído de um livro didático o qual foi examinado pelos professores selecionados para a pesquisa. A elaboração deste instrumento demandou a análise de alguns livros destinados ao ensino fundamental a partir da qual outros conhecimentos veiculados, além daqueles sobre Programas de Saúde, também foram examinados. No entanto, em virtude do recorte da pesquisa realizada no mestrado, preferi não tratá-los naquela investigação. Entre outros, detectei este da circulação sangüínea que será investigado nesta tese.

Os resultados daquele trabalho (DELOZOICOV, N. 1995) indicaram que uma parte significativa da amostra de professores concordou com a concepção biologicista presente no texto; o livro, para eles, tem papel preponderante nas atividades em sala de aula. Estes professores estavam apenas iniciando um processo de formação continuada. Uma outra parte da amostra, não menos significativa, não concordou com a abordagem do texto extraído do livro didático. A visão destes professores pautou-se na determinação social do processo saúde-doença. Para eles, o livro didático figura entre outros materiais utilizados em sala de aula. Vale ressaltar que estes professores haviam participado de formação continuada por um período de quatro anos consecutivos. Uma terceira parte da amostra, que havia participado da mesma formação continuada, também discordou da concepção veiculada pelo texto, mas, diferentemente dos anteriores, estes professores explicitaram uma concepção multicausal do processo saúde doença. O livro, para eles, também figura entre outros materiais didáticos e pedagógicos utilizados em sala de aula.

Tais resultados sugeriam a forte relação existente entre a docência e o livro didático e o seu processo de formação. Recomendei, então, nas considerações finais da dissertação: 1- a inserção, nos cursos de licenciatura em Biologia, de disciplinas relacionadas à saúde e ministradas por profissionais desta área, o que poderia fornecer subsídios aos futuros professores sobre aspectos teóricos para a compreensão do processo saúde doença como um problema também coletivo, visão esta nem sempre contemplada nos livros didáticos (DELIZOICOV, N. 1995); 2- que a formação continuada, de fundamental importância para o professor, se constituísse num processo orgânico das Secretarias de Educação em parcerias com as universidades, oferecida e avaliada sistematicamente e inserida na carga horária de trabalho do professor uma vez que mudanças significativas foram detectadas entre os professores que tiveram a oportunidade de participar de um processo de formação com estas características. Entre outras conclusões, é destacado que os professores que participaram ou estavam em formação continuada tiveram uma compreensão do processo saúde doença diferenciada daquela do livro didático, mostrando uma postura crítica diante deste material de veiculação do conhecimento sistematizado.

Por sua vez, o curso de pós-graduação além de proporcionar-me condições para a elaboração de uma dissertação e, conseqüentemente, obter o título de mestre, ofereceu-me, também, a oportunidade de aprofundar reflexões epistemológicas. A partir das disciplinas oferecidas tanto no mestrado quanto no doutorado, pude mais do que entender as posições epistemológicas de autores reconhecidos como, Kuhn, Popper, Bachelard, Feyrabend, Monod e Fleck, verificar o potencial que considerações epistemológicas têm no enfrentamento de problemas de investigação em Educação em Ciência.

Dois aspectos da compreensão epistemológica de LUDWICK FLECK (1986)<sup>1</sup> tiveram importância fundamental na formulação do problema de

---

<sup>1</sup> O primeiro contato com este autor ocorreu durante o curso de mestrado e por indicação do Prof. Dr. Arden Zylberstajn, meu orientador do mestrado, que ministrava o Seminário Especial – Fundamentos das Ciências Naturais e da Matemática, segundo semestre de 1991. Este professor informou-me que Thomas Kuhn citava Fleck no prólogo de seu livro

investigação desta tese. O primeiro refere-se à análise de Fleck sobre o papel dos manuais a partir de considerações epistemológicas, abordagem até então inédita para mim. O segundo, articulado ao anterior, é o caráter sócio-histórico-cultural que Fleck enfatiza na sua análise epistemológica. Para ele, o conhecimento tem como uma de suas características a de ser compartilhado por coletivos sócio-culturalmente constituídos, o qual denomina de coletivos de pensamento. Suas considerações procuram explicitar como ocorre a dinâmica de apropriação de conhecimentos pelos sujeitos que constituem, ou virão a constituir, tais coletivos e, no caso de comunidades científicas, a dinâmica de produção de novos conhecimentos. É neste contexto específico que Fleck se debruça sobre o papel dos manuais como um dos elementos que permite ocorrer o que ele denomina de circulação intercoletiva de idéias.

Sobre a consideração do papel representado pela interação de cientistas com outros grupos sociais, científicos ou não, ou seja, sobre a circulação intercoletiva de idéias na produção do conhecimento, não encontrei equivalente em outros autores que mencionei, ou pelo menos não com a importância encontrada na argumentação que Fleck apresenta na sua análise epistemológica.

---

“A Estrutura das Revoluções Científicas”. O acesso inédito de Fleck, pelo menos no Programa de Pós-Graduação do Centro de Educação (PPGE/CED/UFSC), influenciou-me de tal modo que culminou com um trabalho de final de curso – A Gênese das Idéias de Kuhn – (DELIZOICOV, N. 1992, mimeo). Em minha dissertação de mestrado (DELIZOICOV, N. 1995) lancei mão de categorias fleckianas para analisar a atuação docente do professor. Posteriormente, foi constituído um grupo com quatro alunos do PPGE – Ensino de Ciências Naturais. Três doutorandos com formação em Medicina (Armênio M. C. Lima, Luiz R. Cutolo e Marco da Ros) uma aluna especial com formação em Farmácia (Karen de Brida) e eu com formação em Biologia. Este grupo coordenado pelo Prof. Dr. Demétrio Delizoicov, que havia ministrado um Seminário Especial – Ensino de Ciências e Sociogênese do Conhecimento, visava aprofundar a concepção epistemológica de Fleck dedicando-se ao estudo das versões em inglês, espanhol e alemão de sua monografia, uma vez que havíamos detectado diferenças entre edições, sobretudo relativas à tradução de alguns termos e omissões de alguns trechos na versão em espanhol. Os encontros do grupo eram semanais, por um período de quatro horas. Como resultado deste estudo, inicialmente, foram apresentados no II Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (II EMPEC) os seguintes trabalhos: uma produção coletiva do grupo (DELIZOICOV, D. et al 1999) bem como trabalhos individuais (CASTILHO, 1999; CUTOLO, 1999, DA ROS, 1999). A proposição epistemológica de Fleck fundamenta também as teses de DA ROS, (2000) E CUTOLO (2001).

Aspectos epistemológicos e os relativos à disseminação do conhecimento permeiam muitos dos trabalhos analíticos que vêm sendo realizados sobre o livro didático, portanto, o destaque que estou dando para esta característica da obra de Fleck não chega a ser uma novidade. No entanto, o elemento novo a ser agregado é que, a partir do uso das categorias fleckianas, pode-se debruçar sobre o percurso e a transformação que ocorre na disseminação do conhecimento desde o contexto de sua produção pelos coletivos dos cientistas e a sua disseminação entre pares, até os coletivos constituídos pelos alunos. Nesta disseminação, são elementos fundamentais o livro didático e os professores do ensino fundamental e do ensino médio, estes também se constituindo em coletivos de pensamento.

Sutton (1996), destacando a contribuição de Fleck, afirma:

*... nós temos uma dívida com aqueles que definiram o significado dos diferentes tipos de publicações existentes: periódicos – manual de pesquisa – livro texto. Um dos eventos importantes foi a realização, em 1978, de uma tradução em língua inglesa do livro de Ludwick Fleck chamado A Gênese e o Desenvolvimento de um Fato Científico, com prefácio escrito por T.S. Kuhn (FLECK 1935, 1978). Desde então tem havido um número de tentativas sistemáticas de comparar as características lingüísticas da produção de textos em cada um dos seus estágios (SUTTON, 1996, p. 10).*

Para SUTTON (1996), tanto nos livros didáticos como nas aulas de ciências, há uma desumanização do empreendimento científico e uma ausência da fase “nascente” do conhecimento. Segundo este autor, a re-humanização da ciência poderia ser a chave para uma melhor representação da produção do conhecimento bem como para um maior envolvimento do aluno. Defende, assim, a inclusão no currículo escolar de informações a respeito das sociedades científicas e das redes de pesquisa e como estas chegam a um consenso do que deve ser considerado como conhecimento confiável.

Com relação à circulação sangüínea SUTTON (1996) argumenta que William Harvey escreveu em tom pessoal e interpretativo para poder explicar a

imagem presente em sua mente. Uma nova escolha de palavras no contexto da engenharia hidráulica estava começando a ser aplicada em um contexto totalmente novo de corpo humano. Esta outra maneira de ver o corpo estimulou pesquisas sob uma ótica mecanicista. As velhas maneiras de ver e de falar sobre o sangue e o coração, caíram em desuso. SUTTON (1996) destaca que as palavras “**circulação**” e “**bomba**” tornaram-se instrumentos mentais padrão.

A novidade estabelecida por Harvey ao falar sobre o sangue deveu-se a sua nova maneira de vê-lo, e esta nova percepção moldou o que ele escolheu para observar e o que ele escolheu para investigar, segundo a interpretação de SUTTON (1996). Seria difícil imaginar, prossegue o autor, como poderia ter sido sem essa maneira de ver, falar e pensar. Hoje se fala em circulação e em coração como uma bomba, mas antes de Harvey isto não tinha emergido. A mudança para formas mecânicas na explicitação da circulação foi devida à mudança de percepção.

Neste contexto, a questão das analogias presentes nos conteúdos das ciências naturais e mais especificamente naqueles referentes à Biologia assume papel importante no processo de disseminação do conhecimento. Muitas analogias são recorrentes nos livros didáticos como, por exemplo, a comparação das células a tijolos que formam a parede de uma casa; a afinidade de uma enzima com seu substrato, comparado à afinidade de uma chave com a respectiva fechadura; o coração comparado a uma bomba propulsora e assim por diante.

Assim, retomo as questões introdutórias como norteadoras do problema de investigação, tendo como pressuposto que na disseminação do conhecimento escolar há carência de uma contextualização histórica, o que descaracteriza a significação com a qual os modelos explicativos foram propostos. Trata-se, então, de uma investigação sobre processos de produção e de disseminação do conhecimento, sendo necessário aprofundar a relação entre a história e a filosofia da ciência e o ensino de ciências. Com a história do desenvolvimento do conceito de movimento do sangue no corpo humano pode-se



resgatar um marco revolucionário na história da medicina e da biologia pouco explorado como tal no contexto escolar.

A concepção epistemológica de Fleck e algumas de suas características serão usadas como referência para o resgate histórico, uma vez que elas se mostram pertinentes para analisar a circulação intercoletiva de idéias no que se refere ao fluxo de ideais que, a partir do contexto da produção do conhecimento disseminaram-se através de manuais e livros didáticos.

Como a investigação diz respeito à produção e à disseminação do conhecimento, que envolve, além do resgate histórico realizado à luz do referencial fleckiano, os livros destinados às disciplinas de Anatomia e de Fisiologia Humana utilizados no curso de Ciências Biológicas da UFSC, livros destinados ao Ensino Fundamental e ao Ensino Médio, e também professores destes dois últimos níveis de ensino, a pesquisa se encaminhou para a análise dos livros e entrevistas com professores.

A apresentação do trabalho está assim organizada:

**No capítulo I** – encontra-se uma revisão bibliográfica sobre o ensino do sistema sangüíneo humano, o uso de analogias no ensino de ciências e de biologia e a discussão sobre a inserção da história e da filosofia no ensino das ciências naturais e na formação de professores. No que se refere ao ensino do sistema sangüíneo, a literatura mostrou que há poucos trabalhos que o tiveram como objeto de estudo. Em nenhum dos trabalhos encontrados o professor se constituiu no foco da investigação.

**No capítulo II** – apresento a epistemologia de Ludwick Fleck, percorrendo sobre suas idéias epistemológicas e as principais categorias de análise utilizadas por ele para examinar o processo de produção e disseminação do conhecimento científico. Aponto a aproximação de algumas de suas categorias com o objeto de estudo deste trabalho, assim como o seu potencial para uso em educação, particularmente no que se refere à formação de professores.

**No capítulo III** – disserto sobre os procedimentos utilizados para a busca e a análise de dados referentes ao uso do livro didático e à prática docente

no ensino da circulação sangüínea. Na pesquisa sobre a abordagem do sistema sangüíneo humano contida nos livros, procurei identificar a forma como as analogias e as ilustrações são apresentadas por estes materiais, como estão explicitadas as relações de interdependência entre o sistema circulatório e os demais sistemas do corpo humano e, finalmente, como estes materiais explicitam o fato da circulação sangüínea humana ser do tipo fechada. Para a investigação da prática docente, optei por realizar entrevistas semi-estruturadas.

**No capítulo IV** – apresento o resgate histórico sobre o desenvolvimento do movimento do sangue no corpo humano, procurando, à luz das categorias fleckianas eleitas, realizar uma análise epistemológica deste processo.

**No capítulo V** - apresento os resultados da pesquisa realizada nos livros destinados ao ensino fundamental, ensino médio e educação superior. Os manuais utilizados na formação do professor de biologia, nas disciplinas de anatomia e de fisiologia humana, foram examinados de forma pontual no que se refere à abordagem do movimento do sangue no corpo humano. Disserto sobre os resultados decorrentes da análise das entrevistas realizadas com professores de ciências – ensino fundamental – e professores de biologia – ensino médio. Apresento dados relativos à: posição crítica dos professores sobre um texto extraído de um livro didático analisado; o relato dos professores sobre o desenvolvimento de suas aulas, tendo como foco a abordagem que fazem dos conteúdos e, ainda, aspectos da formação acadêmica, fornecidos pelos professores no que diz respeito às disciplinas de anatomia e de fisiologia humana. Uma síntese das características da disseminação do conhecimento no contexto escolar foi elaborada. Forneço uma outra possibilidade para a abordagem de conhecimentos em sala de aula tendo exemplificado a sua aplicação para o ensino-aprendizagem da circulação sangüínea.

Nas Considerações Finais argumento sobre a inserção da história e filosofia da ciência nos cursos de formação de professores e aponto alguns possíveis desdobramentos deste trabalho.

Com esta tese, pretende-se fornecer subsídios para a formação de professores, quer inicial quer continuada, bem como se contrapor à visão a-histórica do conhecimento, presente em muitos materiais destinados à disseminação do conhecimento. Este trabalho pretende, ainda, se constituir em uma contribuição para professores que, desejando inserir uma abordagem histórica em suas aulas possam encontrar nele subsídios para uma abordagem distinta daquela veiculada pelo livro didático, na medida em que apresenta uma visão epistemológica do processo de produção do conhecimento e aspectos de sua disseminação.

## CAPÍTULO I

### SISTEMA SANGÜÍNEO HUMANO, ANALOGIAS E HISTÓRIA DA CIÊNCIA

A revisão bibliográfica que apresento sobre o ensino-aprendizagem do sistema sangüíneo humano, o uso de analogias no seu ensino e a história da ciência no ensino das ciências naturais tem como objetivo fornecer uma visão dos distintos problemas relativos a estes temas enfrentados por pesquisadores, além de situar a pertinência da investigação realizada neste trabalho.

No que se refere ao uso de analogias e à inserção da história e da filosofia da ciência no processo de ensino aprendizagem, a revisão da literatura mostrou que nos últimos anos o número de trabalhos realizados é bastante expressivo

Entretanto, no que se refere ao sistema circulatório humano, alguns esclarecimentos se fazem necessários. Até 1997, quando o problema a ser investigado ficou definido, a localização de trabalhos publicados em atas de congressos e periódicos, de dissertações e de teses, ocorreu de forma plural, uma vez que as referências bibliográficas foram obtidas a partir de dois focos: um relativo aos dados históricos sobre o tema, e o outro ao seu ensino-aprendizagem.

No primeiro caso, o ponto de partida foi um artigo publicado na revista História Ciências Saúde; Manguinhos – “A Circulação do Sangue, ou o Movimento no Conceito de Movimento” (PORTO, 1994). Os dados históricos e a bibliografia apresentada neste artigo foram de extrema relevância para o meu trabalho. O acesso a um dos artigos desta bibliografia, “O Mecanismo da Circulação do Sangue: A verdade pela Obra de Harvey”, (DECOURT, 1990) permitiu-me trocar correspondência com o autor deste artigo, um médico do Hospital das Clínicas da

Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – Instituto do Coração. Através deste contato, tive acesso a outros artigos como também, por sugestão deste médico, me dirigi à BIREME\* , em São Paulo. Nesta instituição, tive a oportunidade de recolher alguns artigos para incorporar ao meu material bibliográfico. Alguns sites da internet foram consultados. Quanto aos livros, tanto os de biologia quanto os de medicina foram conseguidos através de colegas, bibliotecas da UFSC e da minha biblioteca particular. A referência a um deles foi encontrada na revista Ciência Hoje (SBPC).

No que se refere ao ensino-aprendizagem do sistema circulatório humano, inicialmente tive acesso a duas teses de doutorado de autores franceses. Uma delas (DUCROS, 1989), em versão preliminar, chegou às minhas mãos através de um professor do curso de doutorado. A segunda (LAVARDE, 1992), bem como a versão original da primeira, chegou às minhas mãos pela contribuição de duas pessoas, uma colega da minha turma de doutorado que foi para a França com bolsa sanduíche e a professora co-orientadora deste trabalho<sup>2</sup>. A localização de artigos se deu através de levantamento realizado em atas de congressos, revistas estrangeiras e nacionais e “Selecciones Bibliográficas Temáticas” – publicada na revista Enseñanza de las Ciencias, relativas ao período de 1993 a 1997. O critério utilizado para a localização dos artigos referentes ao ensino-aprendizagem do sistema circulatório se deu em função do título e do resumo.

A literatura, no entanto, tem mostrado serem poucos os pesquisadores que se interessaram na realização de trabalhos tendo o sistema circulatório humano como tema central para investigação, conforme as referências a seguir.

---

\* Centro Latino Americano e do Caribe de Informações em Ciências da Saúde. Divisão de Desenvolvimento Humano - Organização Pan Americana da Saúde (OPAS). É um centro estabelecido no Brasil em 1967 em colaboração com o Ministério da Saúde, o MEC., Secretaria da Saúde do Estado de São Paulo e a Universidade Federal de São Paulo. Tem como objetivo a cooperação técnica em informação técnico-científica em Saúde.

<sup>2</sup> Num esforço conjunto da, hoje, Profa. Dra. Adriana Mohr e da Profa. Dra. Maria Helena Carneiro, os pesados volumes chegaram da França à Florianópolis, isto é, à minha casa.

## **I.1. - Ensino-Aprendizagem do Sistema Sangüíneo Humano**

Os autores dos trabalhos localizados sobre o ensino do sistema sangüíneo humano investigaram questões relacionadas a: 1- concepções de alunos sobre o tipo de circuito que caracteriza o trajeto do sangue, isto é circuito aberto ou fechado; 2- a representação de alunos no que se refere ao tipo de movimento realizado pelo sangue no corpo; 3- o uso de esquemas no processo de ensino aprendizagem relativos ao sistema circulatório; 4- a concepção de alunos sobre aspectos anatômicos do coração; 5- as relações estabelecidas por alunos entre respiração, digestão e circulação; 6- o uso da história da circulação sangüínea como um exemplo do carácter provisório do conhecimento científico, num curso para professores; 7- a identificação de analogias utilizadas na abordagem do sistema circulatório.

Além destas questões, no final desta revisão bibliográfica antecipo alguns dos resultados da investigação que realizei e que serão objeto de consideração no capítulo V dessa tese. Trata-se de aspectos problemáticos detectados na análise dos livros bem como na prática docente de professores de ciências e de biologia no ensino da circulação sangüínea.

No que se refere à investigação com alunos, ARNAUDIN e MINTZES (1985) destacam que aqueles da escola elementar francesa concebem o trajeto do sangue como um sistema aberto, isto é, o sangue saindo dos vasos sangüíneos para banhar os tecidos. Argumentam que essa idéia persiste entre estudantes do ensino superior (biologia) que, apesar de representarem o sistema sangüíneo como um circuito fechado, acreditam que o sangue se movimenta entre as células.

Quanto às considerações anteriores quero destacar que em manuais, que serão examinados no capítulo V, utilizados por estudantes de biologia e de medicina nos respectivos cursos de formação podemos encontrar exemplos tais como:

*... a função da circulação é atender às necessidades dos tecidos – transportar nutrientes para os tecidos, transportar os produtos finais do metabolismo para longe deles, conduzir hormônios de uma parte do corpo para outra e, em geral, manter um ambiente adequado, nos líquidos teciduais para sobrevivência e funcionamento das células ... (GUYTON e HALL, 1997, p. 147).*

De acordo com a citação anterior, o aluno pode concluir que realmente o sangue chega literalmente às células. Somente no capítulo 16 do referido livro, são fornecidas informações adicionais que começam a levar o leitor para uma melhor compreensão do processo da circulação.

*Na microcirculação, ocorre a mais proposicional das funções circulatórias: o transporte de nutrientes e a remoção de excreta celular. As pequenas arteríolas controlam o fluxo sanguíneo para cada área do tecido e as condições locais, nos próprios tecidos, controlam, por sua vez, o diâmetro das arteríolas. Desse modo, na maioria dos casos, cada tecido controla seu próprio fluxo sanguíneo, de acordo com suas necessidades, assunto que é discutido, em detalhes, no capítulo 17 ... (GUYTON e HALL, 1997, p. 167).*

O aluno do curso de licenciatura em Biologia, por exemplo, para compreender o processo da circulação sanguínea como um todo, necessita estudar, no mínimo, nove capítulos de um livro específico para a formação de médicos. Isto demanda uma carga horária para a disciplina de fisiologia no curso de Biologia que nem sempre corresponde à realidade dos cursos de licenciatura.

RONCIN (1987) atribui ao uso do esquema tradicional da circulação sanguínea o fato dos alunos não conseguirem relacionar nutrição com circulação do sangue. Esta afirmação de Roncin talvez possa ser devida à ausência, tanto no texto quanto nas ilustrações, de uma discussão sobre o papel que a microcirculação desempenha junto às células, pois, ao se dar ênfase somente ao

nível da função da circulação, pode-se levar o aluno a imaginar o sangue chegando literalmente às células.

DUCROS (1989), ao desenvolver uma investigação no campo da didática das ciências sobre o ensino do conceito de circulação sangüínea para seu trabalho de tese de doutorado, partiu das seguintes questões:- por que ensinar o conceito de circulação sangüínea a alunos de 10-11 anos? Como fazer? O autor refere-se a alunos franceses da "école primaire elementaire - "cours moyen -CM2", que no sistema educacional brasileiro corresponde a alunos da 4ª série do ensino fundamental.

A investigação realizada por DUCROS (1989) foi orientada nas seguintes direções: 1- pesquisa e análise das concepções dos alunos sobre circulação sangüínea com o objetivo de identificar possíveis obstáculos; 2- pesquisa de modelos históricos para servir como referência à análise dos obstáculos encontrados e, ainda, verificar como o conceito de circulação sangüínea foi edificado e difundido no seio da comunidade científica em diferentes épocas; 3- pesquisar modelos científicos possíveis. O objetivo geral do autor foi propor instrumentos didáticos, levando em conta a história da ciência e as representações dos alunos. Para a obtenção de dados o autor utilizou: desenhos realizados pelos alunos no interior de uma silhueta humana com a seguinte questão: onde se encontra o sangue no corpo humano? Questionários do tipo fechado (sim-não) foram empregados, além de entrevistas para a obtenção de informações complementares. A concepção dominante, segundo DUCROS (1989), é de que o sangue se movimenta por fluxo e refluxo. Tal noção parece ser induzida pela imagem mecânica do coração como bomba, já que a noção de circuito é pouco representada. Destaco os seguintes obstáculos identificados por DUCROS (1989): corpo retalhado - obstáculo para a interdependência das funções e para a unidade biológica do corpo e; corpo mecanizado, segundo o autor, o modelo mecanicista não é ruim, mas poderá tornar-se se não permitir vislumbrar outras soluções possíveis. Diante desses obstáculos, o autor propõe a "trama conceitual", tendo o conceito de circulação como "carro-chefe" para a integração das diferentes funções do organismo, argumentando que a história da ciência mostra a estrita ligação da circulação



sangüínea com outras funções. Salientou que, mesmo Harvey que, se esforçou em isolar a circulação sangüínea para melhor estudá-la, recorreu muitas vezes à integração desta com a respiração e com a digestão. Segundo este autor, a composição do sangue poderá ser aprofundada através de certos problemas de transfusão de sangue. A descoberta da circulação poderá ser abordada através de extratos do livro de Harvey.

DUCROS (1989) analisou, ainda, comparativamente, alguns livros didáticos franceses sobre as funções de nutrição e circulação. Segundo ele, esses livros se apóiam em obras universitárias e reforçam a idéia fragmentada e mecânica do corpo. O esquema do sistema circulatório mostra o trajeto seguido pelo sangue sem relacioná-lo com as outras funções do organismo. DUCROS (1989) argumenta que o modelo imposto pelos programas e manuais escolares dificulta a compreensão pelo aluno da circulação do sangue no corpo. A história da ciência, segundo o autor, mostrou-se útil, também, no contexto da sua pesquisa, para a formação do professor e, neste sentido, ressalta três aspectos: 1- a história da ciência como referência para analisar as concepções dos alunos; 2- a necessidade de analisar os diferentes estatutos do conceito de analogia e 3- a história da ciência enquanto disciplina a ser ensinada. Adverte, ainda, que seu trabalho se constitui em ajuda para os professores na medida em que contém um quadro sinóptico das concepções dos alunos sobre o conceito de circulação sangüínea, e modelos históricos que podem servir como base ao trabalho em classe ou à redação de manuais.

DUCROS (1989) argumenta que seu trabalho não esgota as possibilidades de pesquisa sobre o tema por ele focalizado. Dentre as recomendações, sugere que a pesquisa poderia prosseguir no âmbito da história da ciência no que diz respeito à correlação respiração-circulação no século XVIII ou, em outro domínio, tentar compreender em que a teoria celular modificou certas noções relativas à circulação. Em qual momento os glóbulos vermelhos foram considerados como células à parte, por exemplo.

LAVARDE (1992), em sua tese de doutorado, investigou o papel do esquema da circulação sangüínea no ensino e, para tanto, se baseou na hipótese de que, dentro de certas condições, o esquema possui um papel facilitador para a

aquisição de conhecimentos. Segundo ele o esquema se constitui em uma ajuda para a memorização de conhecimentos na medida em que a associação entre uma representação e uma terminologia reforça esta última. Ressalta, ainda, que a analogia que o esquema representa prepara o espírito do aluno para aceitar, posteriormente, um conhecimento mais elaborado. No entanto, LAVARDE (1992) adverte que o esquema não facilita ao aluno imaginar o que se encontra ou que se passa no interior do corpo.

O termo esquema, no trabalho de LAVARDE (1992), refere-se a gráficos, desenhos, "croquis", mapas e diagramas. A pesquisa por ele realizada se baseou na comparação entre as produções de esquemas elaborados pelos alunos e a potencialidade da esquematização fornecer conhecimentos. Segundo este autor a pesquisa foi realizada durante as aulas, em seu funcionamento habitual; os textos e ilustrações de livros didáticos e diversos livros e documentos de vulgarização, após serem estudados, foram comparados com a produção dos alunos.

Este autor argumenta que a uniformidade dos esquemas da circulação sangüínea presente nos livros didáticos pode ter duas explicações possíveis: ou se trata de uma representação surgida de um tal ponto de pertinência que não foi mais possível criar outra com maior perfeição; ou essa uniformidade pode traduzir uma total ausência de reflexão sobre o assunto.

Quanto à origem das cores ligadas ao sangue LAVARDE (1992), se apoiando em J. L. Binet (1988), informa que para melhor estudar o sistema circulatório injetava-se produtos coloridos nos vasos sangüíneos de cadáveres, este procedimento explica a origem das cores convencionadas para representar o sangue arterial (vermelho) e o sangue venoso (azul). Afirma, ainda, que esta simbologia é anterior à descoberta do papel do sangue no transporte dos gases respiratórios. As pranchas pintadas à mão, como as de Paolo Mascagni (1812), empregavam estas cores, uma vez que as técnicas de impressão da época não permitiam colorir os desenhos presentes nos livros de medicina, conforme LAVARDE (1992).

O modelo do esquema que conhecemos atualmente é relativamente recente, conforme adverte LAVARDE (1992). Este autor argumenta, também, que a história da ciência mostra que a esquematização é reconhecida há muito tempo

como um dos recursos para facilitar a transmissão de conhecimentos; as publicações sobre esquematização são numerosas, porém, aquelas relativas a situações de aprendizagem e particularmente relativas ao circuito sangüíneo não o são.

LAVARDE (1992) fornece uma visão dos esquemas encontrados em manuais escolares, livros e documentos de vulgarização e até em alguns filmes. Informa que adotou uma classificação que se aproxima daquela de DUCROS (1989) e que foi estabelecida a partir de três categorias: anatômicas (tipo 1); mecânicas (tipo 2); e fisiológicas (tipo 3). No primeiro caso, o esquema procura mostrar as relações espaciais e anatômicas dos órgãos ou dos aparelhos. O segundo tipo corresponde às representações de movimentos e, geralmente, são constituídos de uma sucessão de desenhos, visando a simular o movimento do sangue no coração; através de setas coloridas indicam o sentido do movimento do sangue assim como as suas variações de cores. Os esquemas fisiológicos destinam-se a mostrar a presença de oxigênio e gás carbônico no sangue.

LAVARDE (1992) chama a atenção, em suas conclusões, para o fato de que as ilustrações dos manuais escolares ou dos livros científicos são concebidas dentro de uma ótica que as consideram como uma ajuda à explicação pelo professor e à compreensão pelo aluno. No entanto, segundo ele, há resultados de pesquisas contraditórios. Alguns indicam que os esquemas constituem ajuda e outros que os mesmos representam um entrave à apropriação de conhecimentos. Argumenta, ainda, que muitos professores consideram o esquema como uma ajuda para o aluno. Ele próprio, no entanto, compreende que o esquema não possui mais do que um papel limitado na aquisição de conhecimentos, e que, por ser mais simples do que a realidade que representa, é empregado como uma ajuda para a aquisição de conhecimentos. Afirma LAVARDE (1992) que a representação da circulação sangüínea através de esquemas alimenta a idéia nos alunos de que o conhecimento é simples e que, conhecendo-se a sua representação, conhece-se o processo pelo qual o sangue circula no corpo. Esta afirmação de LAVARDE (1992) pode ser compreendida na medida em que muitos professores partem do pressuposto de que o esquema "fala" por si só e não o analisam e nem o discutem com os alunos.

PACCAUD (1994), ao investigar as concepções de alunos da escola francesa, com idade entre 15 e 17 anos, classificou-as em três grupos: o coração como órgão fechado e sem comunicação com o exterior; o coração comunicando-se com o exterior através de muitos condutos; e, finalmente, o coração com uma, duas, e até quatro cavidades. As concepções foram coletadas de forma escrita ou oral com a utilização de questionários. A pesquisa teve a duração de dois anos, o número de alunos envolvidos foi entre 19 e 20 distribuídos em quatro grupos. Segundo a autora os grupos selecionados apresentavam grande número de pontos em comum. O ensino e o modelo pedagógico foi o mesmo para todos os grupos.

NÚNEZ e BANET (1996) a partir de modelos conceituais, entendidos como o conjunto de concepções através das quais se estabelecem diversos tipos de relações, investigaram um grupo de alunos não universitários sobre as relações estabelecidas entre digestão, respiração e circulação. Os resultados evidenciaram que há um predomínio de modelos conceituais não relacionados ou parcialmente relacionados caracterizados pela não identificação adequada do papel do sistema circulatório com os processos de digestão e respiração. Afirmam, ainda, que encontraram diferenças significativas ao comparar a compreensão das relações entre digestão e circulação com as de respiração e circulação. Enquanto para o primeiro caso se constata um certo conhecimento, o mesmo não acontece para a compreensão das relações entre respiração e circulação.

NIGRO e CAMPOS (1997) utilizaram a história da circulação sanguínea para ajudar professores do ensino fundamental e médio de escolas brasileiras a se conscientizarem de que o conhecimento científico não expressa a "verdade absoluta" sobre a natureza, portanto não se trata de um conhecimento rígido e bem estabelecido e sim que ele sofre alterações ao longo do tempo. Os autores pretendem, em um curso de formação de professores, discutir o papel da experimentação na desestruturação dos modelos explicativos dos dois cientistas que estudaram o funcionamento do coração e o caminho do sangue no corpo, contrapondo suas explicações.

AYRES; SELLES; REZNIK, (2000) utilizaram os conteúdos da circulação sanguínea veiculados em livros didáticos de editoras de maior circulação no Rio de Janeiro, destinados aos três segmentos do ensino básico, para identificar e classificar, segundo estudos realizados sobre modelos mentais, as analogias empregadas pelos autores dos livros.

Como será visto no capítulo V deste trabalho, alguns livros didáticos examinados apresentam o sistema sanguíneo humano desprovido de qualquer contextualização histórica, com esquemas de difícil compreensão para os alunos, conforme o testemunho de professores entrevistados. Na maioria das vezes, as analogias e os esquemas são apresentados sem que haja interlocução com o leitor para orientar o exame destes elementos os quais são apresentados desprovidas de qualquer desenvolvimento de um raciocínio analógico. No que se refere ao professor, a sua formação acadêmica e a excessiva carga de trabalho não lhe permite fazer grandes incursões fora do livro didático que lhe serve de apoio para o preparo das aulas e como complementação para os alunos das explicações realizadas em sala.

Finalizando este item, quero destacar a lacuna existente na bibliografia consultada sobre a prática docente do professor no ensino da circulação sanguínea. Conforme será visto no capítulo V, os professores enfrentam dificuldades para a abordagem deste tema junto aos alunos, muitas delas relacionadas à sua própria formação inicial. Alguns dos professores deixaram implícito que os alunos acabam por apenas memorizar o conteúdo.

Pelo exposto, espero que este trabalho além de trazer contribuições para o ensino-aprendizagem do sistema circulatório possa incentivar outros pesquisadores a dar continuidade a este estudo.

## **I.2 .- As Analogias no Ensino das Ciências Naturais**

A utilização de analogias, tanto no contexto da produção quanto no contexto da disseminação do conhecimento, remonta à antiguidade. O raciocínio analógico, próprio da cognição humana é largamente usado por professores durante o processo ensino-aprendizagem, bem como pelos autores dos livros didáticos, com a finalidade de facilitar a apropriação de conceitos pelo aluno. Entretanto, o seu emprego no processo de ensino-aprendizagem tem gerado discussões recorrentes entre pesquisadores. Dentre os aspectos que sustentam tais discussões, um deles se refere ao custo / benefício da utilização de analogias no ensino e, particularmente no de ciências naturais.

Há o entendimento de que as mesmas constituem elementos eficazes para a abordagem e aprendizagem dos conteúdos, mas também de que seu uso pode se constituir em obstáculos à apropriação de conceitos científicos, podendo até mesmo reforçar concepções alternativas.

Nas últimas décadas, a produção de trabalhos envolvendo analogias, metáforas, e modelos no contexto escolar alcançou um número expressivo, por exemplo, o volume 30, número 10, de dezembro de 1993, da revista *Journal of Research in Science Teaching* foi dedicado integralmente a artigos que se dedicaram ao estudo do papel da analogia na ciência e no ensino de ciências. Na tese de doutorado de Terrazzan (1994), encontram-se comentários sobre uma série de 12 artigos que discutem a utilização de analogias e metáforas no ensino de ciências.

Passo a apontar apenas algumas referências bibliográficas, cujos autores tiveram como um dos objetivos apontar as vantagens e desvantagens da utilização de analogias no processo ensino-aprendizagem; a forma como uma analogia é apresentada no livro didático; as características próprias de uma analogia; e um processo possível para a elaboração de um pensamento analógico.

DUIT (1991) refere-se a trabalhos empíricos sobre o uso de analogias em livros textos, em salas de aulas e no ensino em geral, apontando vantagens e desvantagens sobre o seu emprego. Também argumenta sobre as características que uma relação analógica deve contemplar e chama a atenção para o fato de que o estudo de analogias permite compreender a produção do conhecimento científico.

VENVILLE e TREAGUST (1997) também fornecem as características que um pensamento analógico deve contemplar, enfatizando que as analogias são utilizadas para explicitar comparações ou mapear características semelhantes entre dois conceitos diferentes, ou seja, entre o conceito familiar, análogo, e um conceito não familiar, o alvo.

CARNEIRO (1997) argumenta que pensar analogicamente consiste em aproximar coisas pertencentes a domínios distintos pelas semelhanças existentes entre elas. A analogia, portanto, é um elemento facilitador para que o desconhecido se torne conhecido e se fundamenta na relação de paridade estabelecida entre situações e objetos. Esta autora adverte, ainda, que nos livros didáticos o uso de analogias pode ser ineficaz uma vez que as mesmas são simplesmente apresentadas aos alunos, isto é, não é explicitada a validade do pensamento analógico escolhido, deixando aos alunos a responsabilidade de estabelecer as relações analógicas entre os objetos comparados. Nem sempre, porém, eles estão preparados para este procedimento.

GLYNN e TAKAHASHI (1998), que investigaram a eficácia do uso de uma analogia em um texto de ciências, afirmam que uma analogia elaborada é aquela cujos componentes gráficos e textuais integram e mapeiam características chave de um conceito análogo em um determinado alvo. Consideram que, com frequência, autores de livros textos advertem o leitor, através de expressões: "de modo parecido" ou "igual a", que estão fazendo uso de uma analogia. Mas chamam a atenção para o fato de que muitos deles utilizam analogias ineficazes por desconhecerem orientações que auxiliam a elaboração das mesmas, usando-as de modo arbitrário. Reconhecem que recomendar aos autores que não usem analogias seria irreal, uma vez que todos temos uma predisposição para pensar

analogicamente. Assim, uma saída seria que os autores de textos adotassem linhas gerais para elaboração de analogias. Para tanto, apontam como fonte auxiliar o Modelo TWA (Teaching With Analogies) <sup>3</sup>.

THAGARD (1992) adverte que, apesar das possíveis armadilhas e riscos que o pensamento analógico venha a enfrentar, defende o seu uso como estratégia no ensino por considerá-lo um instrumento indispensável para iniciar os estudantes em um domínio que lhes é estranho. Salienta, ainda, que cabe ao professor enfrentar os riscos de seu uso. Por esse motivo, deve explicitar os pontos onde a analogia cria problemas, podendo até utilizar múltiplas analogias, comparando fontes e alvo através de diferentes características. Argumenta, também, que é importante que os estudantes criem suas próprias analogias.

GINESTE e GILBERT (1995) referem-se ao valor pedagógico do uso de analogias ilustradas e comentadas para a apropriação de conceitos por alunos em idade entre 10 e 11 anos uma vez que nesta faixa etária eles necessitam de uma ajuda visual concreta para a elaboração de suas representações.

O uso de analogias como uma “ponte” utilizada pelo cientista para tornar inteligíveis aspectos observáveis do conhecimento existente, e aqueles não observáveis do mundo natural há muito que é reconhecido, conforme afirma DAGHER, in: CHAGAS, 1994; para a qual o grupo de imagens explicitado através de analogias, metáforas e modelos, tem importância tanto do ponto de vista epistemológico quanto do ponto de vista educacional. DAGHER, in: CHAGAS, 1994, informa que o estudo por ela realizado teve como finalidade descrever as analogias utilizadas pelos professores em sala de aula e que o termo analogia é usado na sua investigação com amplo significado, incluindo as metáforas, modelos e comparações simples. Esta concepção de analogia é utilizada pela autora para analisar o discurso do professor quando este procura explicitar uma

---

<sup>3</sup> MODELO TWA – a elaboração de uma analogia que tenha eficácia no ensino das ciências deve perseguir seis passos: - 1- introdução da “situação alvo” a ser tratada; 2- introdução da “situação análoga” a ser utilizada; 3- identificação das características relevantes do análogo; 4- estabelecimento das correspondências entre o análogo e o alvo; 5- identificação dos limites de validade da analogia utilizada; 6- esboço das conclusões/síntese sobre a “situação alvo” (TERRAZAN; AMORIM; POZZER 2000).



situação familiar que se assemelhe a uma situação não familiar. A partir do estudo realizado com 20 professores de ciências naturais com estilos de ensino diferentes, cujas intervenções orais foram gravadas, a autora detectou que dos 20 professores apenas 11 utilizaram analogias. Os professores de Ciências da Vida (provavelmente a autora está se referindo aos professores de biologia) utilizaram maior número de analogias do que os professores de Física. Este estudo mostrou também que um professor que dava aulas há apenas um ano utilizou um conjunto de analogias mais complexas em relação a um professor que tinha mais anos de experiência profissional. Para a autora, tal fato sugere que os professores se esforçaram com o intuito de encontrar semelhanças que os ajudassem nas explicações. DAGHER, in: CHAGAS, 1994 conclui ainda que analogias muito estruturadas podem constituir um obstáculo à compreensão, enquanto a utilização de outras mais simples pode ter melhores resultados na medida em que permitem a desintegração das estruturas que as sustentam de modo a se perderem as conexões entre os componentes da analogia.

O uso de analogias, quer no contexto da produção quer no contexto da disseminação do conhecimento, se justifica uma vez que o raciocínio analógico faz parte da cognição humana. As analogias quando bem elaboradas constituem "ferramentas" que auxiliam os professores na abordagem dos conteúdos e os alunos na apropriação do mesmo. No entanto, necessário se faz que professores sejam instrumentalizados para a elaboração e o uso adequado de tais elementos para que os mesmos não venham a se constituir em um obstáculo à apropriação do conhecimento pelo aluno.

Destaco que na bibliografia consultada também há uma relativa lacuna no que diz respeito a pesquisas sobre o uso da analogia bomba hidráulica-coração. Ainda que o trabalho de DUCROS (1989) e o de LAVARDE (1992) e os demais se relacionem com os problemas do uso desta analogia, as investigações não tiveram esta analogia como foco específico de investigação. Destaco, também, que nos estudos consultados envolvendo analogias e o ensino das ciências naturais, raramente uma analogia específica é estudada ligada a um determinado conceito científico.

### **I.3.- História e Filosofia da Ciência e Ensino de Ciências**

Particularmente no ensino de ciências e de biologia, o conhecimento é apresentado, tanto nos programas oficiais de ensino, como nos programas recomendados para os exames vestibulares e nos livros didáticos na forma de um elenco de conteúdos cuja finalidade é classificar e descrever plantas e animais, assim como estruturas dos seres vivos e a localização de órgãos. Estes saberes, geralmente, são apresentados de maneira fragmentada e desprovidos de qualquer articulação entre si. Conseqüentemente, esta forma de apresentar o conhecimento reflete-se no ensino aprendizagem uma vez que este processo se acha, ainda, e com muita freqüência, atrelado ao livro didático, restando ao aluno memorizar conceitos e conteúdos muitas vezes desprovidos de significação para o seu cotidiano e, ainda, sem justificativa da sua inserção nos saberes escolares.

O ensino de ciências, ao desconsiderar: a gênese e o desenvolvimento do conhecimento científico; os pesquisadores envolvidos na sua produção e disseminação; as controvérsias, o debate e, por fim, a posição consensual entre os membros do coletivo de pesquisadores para que um saber se estabeleça como conhecimento apto para se tornar público, caracteriza-o como um elenco de verdades dogmáticas, desprovidas de qualquer envolvimento humano. Por vezes, há menções a personagens que trouxeram contribuições para a ciência, mas a forma como tais informações são veiculadas passam a idéia de que essas contribuições são resultados do esforço de ações individuais.

Desde tempos remotos, o homem, mobilizado pelos mais variados interesses, vem procurando compreender e explicar os fenômenos naturais, os seres vivos e as funções dos órgãos que os compõem. A história da ciência nos mostra que muitos fatos hoje familiares já foram objeto de estudo de nossos antepassados. Idéias nebulosas surgidas nos mais variados segmentos da sociedade fazem parte da história de muitos conceitos científicos atuais, os quais

foram objetos de calorosas discussões entre os investigadores de distintas épocas até chegarem a ser disseminados como tais.

A literatura mostra que, particularmente nas últimas décadas do século passado e início deste, têm se intensificado as discussões entre pesquisadores sobre o papel da história e da filosofia da ciência no ensino de ciências. Embora não haja um consenso sobre a validade desta inserção, encontra-se um número significativo de posições favoráveis à sua inclusão no currículo.

Parto do princípio de que uma formação adequada possa contribuir para uma maior autonomia do professor no desempenho de suas atividades docentes, possibilitando-lhe minimizar o uso exclusivo do livro didático. Neste aspecto, ainda que muitos professores possam estar sensibilizados para uma abordagem histórica dos conteúdos, deparam-se, particularmente no que se refere aos conteúdos da biologia, com uma escassez de material adequado aos seus propósitos uma vez que o livro didático quando contempla aspectos históricos, limita-se a resumidas biografias de personagens ilustres, fornecendo, assim, uma visão de que os trabalhos foram desenvolvidos de forma linear e cumulativa em prol de uma ciência em constante desenvolvimento.

As referências bibliográficas que se seguem têm como objetivo apresentar posições que valorizam a presença de conhecimentos histórico-epistemológicos nos currículos escolares, nos vários níveis de ensino, e posições de alguns pesquisadores contrários a essa inserção.

### **1.3.1. – Posições Favoráveis**

SOLBES et al (1996) chamam a atenção para a escassez de livros e projetos elaborados numa perspectiva histórica da ciência, observando que a pouca demanda por parte dos professores contribui para a tímida penetração desta abordagem no ensino de ciências. Argumentam que isso pode decorrer dos próprios cursos de formação os quais, por exemplo, na Espanha, até os anos 80,

não contemplavam disciplinas de história da ciência que veiculassem uma concepção de ciência como produção de conhecimentos para resolver problemas. Ao contrário, passava-se aos futuros professores conteúdos acabados, com características de saberes prontos, enfim, como uma série de leis.

Estes autores afirmam que as investigações sobre as implicações do ensino da história da ciência tiveram início na universidade de Havard. Destacam a publicação do "*The Project Physics Course (1970)*", destinado a alunos de ciências na faixa etária de 16-18 anos e que contempla essa abordagem. SOLBES et al (1996) referem-se a trabalhos como o de MATTHEWS (1994) que mostra os argumentos a favor e as dificuldades da inserção da história e da filosofia da ciência no ensino de ciências. Entretanto, chamam a atenção para o fato de que a maioria destes trabalhos de cunho teórico não mostra dados de investigação em aula, onde se poderiam detectar as possíveis carências da abordagem da história e da filosofia da ciência. Além disso, relatam que há poucos materiais que permitem realizar a transposição a partir das reflexões teóricas.

LOMBARDI (1997) defende que o conhecimento da história e da filosofia da ciência pode constituir-se num poderoso estímulo para a reflexão, contribuindo para que os estudantes venham a desenvolver um pensamento crítico e, ainda, inseri-los no exercício da interpretação de textos e de fatos.

MATTHEWS (1994) argumenta que a história, a filosofia e a sociologia da ciência podem: humanizar o conhecimento científico; motivar os alunos; contribuir para um melhor entendimento dos conceitos científicos e seu desenvolvimento, superando a falta de significado de fórmulas e equações; demonstrar que a ciência é mutável e que o conhecimento científico atual é suscetível de ser transformado; aperfeiçoar a formação do professor, ajudando-o a melhorar sua compreensão da estrutura da ciência.

GAGLIARDI e GIORDAN (1986) apontam para a importância da história da biologia como ferramenta para o seu ensino na medida em que auxilia a definir os conceitos estruturantes, entendidos como aqueles conceitos que, ao serem construídos pelos alunos, determinam uma transformação de seu sistema

cognitivo, o que permite incorporar novos conhecimentos. GAGLIARDI (1988) considera que a história da ciência pode contribuir para melhor se compreender a necessidade de paciência e de persistência para que uma idéia seja aceita pelas instituições. GAGLIARDI e GIORDAN (1986) e GAGLIARDI (1988) argumentam que a análise dos momentos de transformação da ciência e de suas teorias pode mostrar aos estudantes alguns dos momentos de profunda transformação no conhecimento, bem como visualizar quais conceitos vêm permitindo a transformação de uma ciência, como por exemplo, a elaboração de novas teorias, a utilização de novos métodos e novos instrumentos conceituais. Esta análise pode ajudar os alunos a compreender a situação atual do empreendimento científico, isto é, quem o controla e quem se beneficia com a aplicação de seus resultados.

Para GIORDAN e DE VECCHI (1996), o ensino-aprendizagem que considera a história e a filosofia da ciência leva à condenação do saber dogmático e fechado e favorece a concepção do empreendimento científico como uma conquista de conhecimentos por aproximações sucessivas através de retificações e múltiplas rupturas.

ROBILOTA (1988), ao caracterizar o ensino da física dentro de um contexto que ele denominou de "cenário cinza e passivo", argumenta que os professores parecem não estar conscientes do papel que desempenham enquanto agentes do sistema educacional. Com isto, não está se referindo, adverte o autor, a aspectos didático-pedagógicos, mas sim ao razoável desconhecimento dos professores tanto das características intrínsecas do conhecimento físico como dos processos pelos quais ele é gerado. Salaria que tal situação é determinante de muitas das dificuldades associadas ao ensino. Entre as muitas tarefas a serem enfrentadas para minimizar o "cenário cinza e passivo" do ensino da física, este autor refere-se à necessidade de se recuperar a noção de que a física é um processo onde o confronto de idéias está sempre presente. É neste contexto que ROBILOTA (1988) vê a contribuição da história da física e de sua epistemologia, pois, para ele, o estudo combinado destas duas disciplinas pode contribuir para se compreender o processo de construção do conhecimento. Aponta como uma possibilidade a de tomar a história como fonte

de visões alternativas do universo, passíveis de serem contrastadas com a visão oficial ensinada nas escolas. Tal procedimento poderá levar a uma postura crítica, uma vez que o confronto transforma cinza em branco. Segundo ROBILOTA (1988), *a história ensina a "relativizar", demole mitos, e exhibe a construção do conhecimento, insere indivíduos num processo, numa tradição* (p.18). Argumenta, ainda, que a história humaniza a ciência.

PEDUZZI, L. O. Q.; ZYLBERSZTAJN, A.; MOREIRA, M. A. (1992) posicionam-se a favor da inserção da história da ciência nos currículos escolares, apresentam o potencial da história da Mecânica em um trabalho junto a alunos da disciplina Física Geral I, do curso de Física, da Universidade Federal de Santa Catarina, primeiro semestre de 1991. Para os autores tal procedimento é coerente com uma metodologia que visa a compreensão significativa de conteúdos. Os argumentos dos alunos, segundo os autores, evidenciam a apreciação favorável sobre a utilização do texto histórico durante as aulas.

MAYR (1998) considera que a história da ciência é, antes de tudo, a história dos problemas enfrentados pela ciência, das soluções tentadas e das soluções que se estabeleceram num determinado momento histórico. A produção do conhecimento enquanto atividade humana está necessariamente vinculada ao meio intelectual e institucional de cada época.

Por sua vez, FLECK (1986) enfatiza que a ciência moderna 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. Como será visto no capítulo II, FLECK (1986), que recorreu à sociologia do conhecimento para a reelaboração teórica do conceito antiindividualista do conhecimento, advoga que a epistemologia de um saber deve incluir seus condicionantes sociais, culturais e históricos. Estes elementos, dentre outros, compõem, conforme dissertarei no próximo capítulo, o que ele denomina de estilo de pensamento (FLECK, 1986). Indivíduos que se apropriam e compartilham um estilo de pensamento formam um coletivo de pensamento. Estilos de pensamentos direcionam o pensar e o agir, quer no campo do saber científico, quer no campo do saber popular.

BIZZO (1992; 1993), apesar de reconhecer a validade da inserção da história e da filosofia da ciência no ensino das ciências naturais, chama a atenção para os “perigos” que tal procedimento pode representar. No próximo item apresento algumas restrições ao uso da história e da filosofia da ciência nos currículos escolares.

### **1.3.2. – Restrições Apontadas**

BIZZO (1992, 1993) argumenta que há restrições tanto de cientistas quanto de historiadores para a inserção da história e da filosofia da ciência nos currículos escolares. Entre as cautelas que devem ser consideradas, este autor chama a atenção para o risco de se fazer uma história simplista, isto é, o cientista/historiador pode reconhecer como história somente as etapas anteriores do desenvolvimento científico daqueles conhecimentos que ele considera válidos do ponto de vista da atualidade.

Em MATTHEWS (1994), que defende a presença da história e da filosofia da ciência nos currículos escolares, conforme já citado no item anterior, podemos encontrar algumas posições de estudiosos contrárias a essa inserção. Neste sentido, este autor argumenta que, na década de 70, do século passado, surgiram justificativas baseadas em pelo menos dois aspectos: o primeiro, defendido por Martin Klein é que a única inserção possível seria uma pseudo-história uma vez que, na seleção de conteúdos históricos, pode-se fazer simplificações e omissões que distorcem a história, além do que, é difícil imaginar a combinação entre a rica complexidade dos fatos históricos com a visão precisa, por exemplo, da física. O segundo argumento pauta-se na debilidade que poderiam sofrer as convicções científicas como consequência do estudo da história da ciência. Como as convicções são necessárias para se conseguir êxito no aprendizado das ciências, estas ficariam prejudicadas. Este argumento, segundo MATTHEWS (1994), foi favorecido pela análise de Kuhn.

MATTHEWS (1994) cita Whitaker para argumentar que a seleção, pelo historiador da ciência, de aspectos históricos, depende da compreensão que ele tem da teoria e da filosofia da ciência. Portanto, corre-se o risco de que seja construída uma história não voltada para fins pedagógicos, mas para atender a uma determinada visão de Ciência.

Esta advertência é consistente e deve ser considerada, pois são as concepções e convicções que dirigem as ações dos indivíduos, no entanto, ela não deve constituir-se em uma impossibilidade da inserção da história e da filosofia da ciência no contexto do ensino das ciências naturais, sobretudo na formação de professores, pois necessário se faz uma formação que contemple a discussão não só de historiadores e epistemólogos da ciência, mas, também, uma avaliação crítica das respectivas convicções e das suas implicações tanto para a produção e aplicação do conhecimento, como para a sua disseminação, particularmente nos livros destinados aos vários níveis de ensino. A opção por uma concepção de educação bem como de ensino-aprendizagem são escolhas também dirigidas por concepções e, portanto, não neutras, incluindo ou não história e filosofia da ciência. Parto do princípio de que o ensino de ciências deva se pautar em uma visão coletiva e não linear da produção do conhecimento científico; e, ainda, que a sua disseminação se processe de tal forma que contribua para uma verdadeira socialização e apropriação significativa do conhecimento pelo aluno contribuindo, assim, para a formação de sua cidadania.

ABRANTES, (1988) enfatiza que a história da ciência permitiria ao aluno apenas questionar o que ele denomina de "Imagens da Ciência" e as relações entre ciência e sociedade. Ela não seria um instrumental auxiliar, segundo o autor, para uma melhor compreensão, pelo aluno, das teorias científicas. Pelo contrário, a inserção da história da ciência no ensino levaria a um empobrecimento da História. Neste sentido, este autor coloca em dúvida a validade da inserção da história da ciência nos cursos universitários e recorre a Kuhn para enfatizar que, no terceiro grau, a educação científica deve ter como finalidade reproduzir a comunidade científica, treinando os profissionais a partir do paradigma vigente.



Para Abrantes, a aproximação da história da ciência com o curso de ciências poderia levar a uma má história, acarretando, assim, prejuízos ao próprio curso. Ainda que os argumentos não favoráveis se constituam em uma parcela menor do que aqueles que recomendam a inserção da história e da filosofia da ciência no ensino, eles devem ser observados, mas não a ponto de invalidar esse tipo de abordagem. Como enfatizou ZANETIC (1988), há mais de uma década, esta não é uma tarefa fácil e trivial, mas que deve ser enfrentada particularmente na formação do professor. É sobre este aspecto que passo a dissertar no próximo item.

Antes de prosseguir é preciso fornecer alguns dados sobre a história da ciência que está presente na sala de aula. É reconhecida a fraca presença ou mesmo a ausência da história da ciência nos cursos de formação de professores, como é também reconhecido que os livros didáticos têm forte presença na sala de aula, acabando até por dirigir as atividades de professores e alunos. Neste contexto, necessário se faz apresentar algumas das características da história da ciência no âmbito da sala de aula.

CICILLINI (1992) fornece alguns dados sobre qual história está presente na sala de aula através dos livros didáticos. Esta autora analisou livros didáticos de biologia, ensino médio, com o objetivo de identificar a presença ou não da história da ciência, ou qual ciência está presente nestes materiais. Constatou que nestes livros a história da ciência não acontece de forma regular, isto é, há referências históricas para alguns conteúdos enquanto para outros não. Os temas a que mais freqüentemente se encontram agregados dados históricos são: "Teoria da Evolução – as concepções evolucionistas"; "Origem da Vida" – mais especificamente "Geração espontânea" e "Classificação Biológica". Ao examinar a forma como cada um destes temas são veiculados pelos livros didáticos examinados, verificou que, por exemplo, no que se refere às concepções lamarckistas e darwinistas, os autores dos livros fazem algumas considerações sobre o desenvolvimento do conhecimento através de uma abordagem histórico-cronológica dos trabalhos e da vida destes pesquisadores. No entanto, ignoram completamente os trabalhos de Alfred Wallace, que teve importante papel na Teoria da Seleção Natural. É apresentada "uma idéia de

evolução crescente”, isto é, a substituição de teorias sem relação com o contexto da época da elaboração das mesmas. Segundo a autora, o conflito de idéias, as controvérsias estão ausentes no livro didático; a história nele presente é linear, apresentando fatos numa ordem cronológica para confirmar a teoria aceita. A omissão de qualquer contexto da época e a simplificação de informações leva à distorção do conhecimento científico e a uma falsa imagem do cientista, argumenta a autora. Segundo a autora, esta história não fornece uma compreensão da dinâmica da produção científica, caracterizando-a como linear, consensual e acabada.

A história, quando está presente no livro didático, não só do ensino médio, geralmente, limita-se a apresentar breves dados biográficos de figuras eminentes que se destacaram na história por terem prestado alguma contribuição à ciência; os fatos históricos são pontuais e muitas vezes inseridos a título de ilustração.

Concordando com as posições favoráveis à presença da história e da filosofia da ciência no ensino das ciências naturais e, também, na formação de professores, manifestadas pelos pesquisadores, quero argumentar que não é a história presente nos livros didáticos, conforme CICILLINI (1992), que contribuirá para alcançar os objetivos propostos pelos estudiosos que defendem tal inserção. Portanto, não é a história “contada” pelos livros didáticos que deverá estar presente nas salas de aula.

#### **I.4.- A História e a Filosofia da Ciência e a Formação de Professores**

ABRANTES (1988), apesar de ter se posicionado não favorável à inserção da história da ciência no ensino das ciências naturais, considera que ela poderia constar nos currículos, mas como uma disciplina optativa, independente e desvinculada de disciplinas específicas. A aproximação entre ambas deveria ficar por conta do aluno, se assim o desejasse. Este autor questiona, ainda, se um físico que conhece a história da física será um melhor físico do que aquele que a desconhece.

Ainda que a argumentação contrária de Abrantes possa ser observada para a formação de físicos, os argumentos favoráveis apontam uma série de benefícios que este tipo de abordagem pode trazer para a formação do professor e, conseqüentemente, para o ensino. Penso que o professor devidamente instrumentalizado terá melhores condições para, no mínimo, desmistificar a história "contada" pelos livros didáticos e o mito do conhecimento pronto, acabado, além da pretensa neutralidade da ciência, tão presente no ensino e principalmente nos materiais utilizados no processo de ensino-aprendizagem. Para ZANETIC (1988), a inserção da história e da filosofia da ciência nos cursos de formação de professores é imprescindível pois, ainda que os professores não estejam familiarizados ou seguros para uma abordagem de conteúdos a partir da história e da filosofia da ciência, ela de alguma forma "alimentará suas aulas" na medida em que, segundo ele, lhe permitirá desenvolver um estudo mais dinâmico, podendo abordar questões políticas e demandas sociais da época em que o conhecimento foi produzido.

A posição de ZANETIC (1988) me parece valiosa na medida em que, se os professores não estão instrumentalizados adequadamente para a inserção da história e da filosofia da ciência em suas aulas; se na sua formação ela não esteve presente, provavelmente eles se sentirão inseguros para uma empreitada

desta natureza ou, então, “farão uma má história”, ou seja, aquela que freqüentemente aparece nos livros didáticos.

DELIZOICOV, D. (2000) reconhece a contribuição e a necessidade do ensino da história da ciência na formação de professores de física considerando que ela deveria ser também inserida no ensino da física na escola média, conforme a seguinte posição defendida por Zylbersztjan:

*No XI Simpósio Nacional de Ensino de Física, realizada em janeiro de 1995, em Niterói, na mesa redonda ‘O papel da história da ciência no ensino de física’ o prof. Zylbersztjan, desenvolvendo argumentação muito consistente, sustentou uma posição bastante arrojada. Em resumo, o teor de sua exposição foi: Qual o papel da física no ensino de história da ciência ? Parafraçando Bachelard, poderíamos perguntar: “Por que não?” (DELIZOICOV, D. 2000, p.77-78).*

DELIZOICOV, D. (2000) enfatiza que teorias, leis e conceitos seriam abordados na escola média, visando proporcionar aos alunos uma compreensão do desenvolvimento da produção humana no enfrentamento de seus problemas. Por exemplo, a possibilidade de se estudar, no ensino médio, a história da física ou a história da ciência em disciplina específica, quando, então, seriam abordados conceitos específicos da física. Tal procedimento contribuiria para a formação de cidadãos que não serão cientistas, pois aqueles que serão, lembra o autor, são formados em universidades e centros de pesquisa.

Relativamente à formação de professores, DELIZOICOV, D. (2000) destaca a recomendação do grupo de trabalho que na V Reunião Latino-Americana sobre Educação em Física abordou o tema “A História e a Filosofia da Ciência na Formação do Professor” :

*Quanto à inserção da H & F C nos currículos, ela pode acontecer na forma de disciplinas específicas como também permeando as disciplinas de Física ao longo do curso. Estas formas não são excludentes entre si, e nem em relação a*

*outras atividades complementares tais como seminários, grupos de estudos, etc (DELIZOICOV, D. 2000, p.76).*

Concordando com esta posição sobre as várias maneiras da inserção da história e da Filosofia da ciência nos cursos de formação de professores de Biologia, quero destacar que, estrategicamente, parece urgente a inclusão de disciplina(s) específicas nos currículos, de tal modo que os licenciandos tenham minimamente garantida a possibilidade de uma reflexão de cunho histórico e epistemológico.

Por outro lado, estudos sobre iniciativas que articulem história e filosofia da ciência e ensino de ciências em sala de aula, precisam ser incrementadas e avaliadas para que se possa recolher dados que possibilitem clarear as discussões sobre estas iniciativas.

Ainda que poucos, podemos referir os seguintes estudos: SLONGO (1996), que apresenta em sua dissertação de mestrado uma investigação realizada junto a alunos do curso de formação de professores de Biologia da Universidade do Contestado (UnC) – Campus de Concórdia. Este trabalho constitui uma contribuição para uma prática pautada numa perspectiva histórica e epistemológica para a abordagem de conteúdos. O tema abordado neste curso refere-se à reprodução. A autora informa que numa primeira etapa foi desenvolvida uma reflexão de cunho epistemológico com os futuros professores. Este estudo se constituiu em um auxílio para a leitura do texto histórico, ao mesmo tempo em que contemplou uma compreensão sobre a construção do conhecimento. SLONGO (1996) argumenta que a história da ciência desempenhou duplo papel no ensino de biologia, uma vez que, por decorrência da metodologia utilizada, a história da ciência contribuiu não só para a estruturação do curso como também se constituiu no próprio conteúdo do curso, na medida em que favoreceu a discussão sobre os mecanismos da produção científica, explicitando e exemplificando suas características. A metodologia à qual a autora se refere pauta-se na problematização e na dialogicidade (DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, 1992). No entanto, SLONGO (1996) adverte que um elemento a dificultar a inserção de uma abordagem histórica no ensino, e que

se fez sentir no desenvolvimento de sua intervenção, foi a dificuldade de localizar bibliografias e, principalmente, adequadas para subsidiar trabalhos desta natureza. Esta autora informa, ainda, que as manifestações dos licenciandos no final do curso a levaram a concluir que:

*... precisamos transcender a reflexão crítica, sem contudo prescindir dela, construindo vivências pautadas em possibilidades de mudança. Esta perspectiva reserva um grande potencial, uma vez que professores de um modo geral, na sua atuação profissional, procuram imitar o que lhes foi oportunizado vivenciar nos programas de formação. Esta conduta pode ser observada nos planejamentos que elaboraram e parece sugerir que as pesquisas em Educação precisam chegar às sala de aula dos cursos de formação de professores com ênfase e freqüência maior do que vem ocorrendo, para que mudanças sejam promovidas nos vários graus de ensino (SLONGO, 1996, p.128)*

PEDUZZI (2001) afirma que é a partir da pesquisa em sala de aula, com materiais históricos apropriados e de boa qualidade, que se pode referendar ou refutar tanto as posições favoráveis quanto aquelas contrárias à inserção da história da ciência nos currículos escolares. Este autor refere-se a uma experiência realizada no Pró-Ciências/UFSC/99, no qual o conteúdo histórico do curso de Mecânica baseou-se no texto "Força e movimento: de Thales a Galileu" (PEDUZZI, 1998). Segundo o autor, a utilização deste texto para subsidiar as discussões históricas teve como objetivo propiciar ao professor uma reflexão após o término do curso. Para tanto, foram fornecidas outras fontes bibliográficas com o fim de possibilitar aos professores o contraste de opiniões bem como o aprofundamento de questões específicas. PEDUZZI (2001) informa, ainda, que as apresentações orais e as discussões em sala de aula foram subsidiadas por um conjunto de imagens associadas ao referido texto com o objetivo de apresentar aos professores o potencial de um recurso didático pouco explorado no ensino da física. Este mesmo texto, conforme o autor, foi também utilizado na disciplina Física Geral I do curso de bacharelado em Física do Departamento de Física da

UFSC. Segundo PEDUZZI (2001), o assunto do referido texto não é abordado, pelo menos com a profundidade e com o encadeamento de idéias que ele considera recomendáveis, pelos livros didáticos do ensino médio e nem pelos professores deste nível de ensino. No entanto, segundo o autor, dos 48 alunos que se manifestaram a respeito deste procedimento, nenhum se pronunciou contrário à presença da história da ciência /mecânica no curso de física geral I. Entretanto, PEDUZZI (2001) informa que quatro deles fizeram comentários como: “cansativa”, “não gosta”, “reduz o tempo para explorar matérias possivelmente mais importantes”.

Estes resultados, segundo o autor, foram apresentados e discutidos com os professores do ensino médio do Pró-Ciências. PEDUZZI (2001) argumenta que a análise das posições dos alunos demonstra uma manifestação crítica a respeito do cientista e de seu trabalho distinta daquelas geralmente presente no ensino fundamental. O autor considera que o texto teve um impacto positivo sobre os alunos na medida em que estes fazem parte de um contingente de alunos que ingressam na universidade com sérias deficiências conceituais; considera, ainda, ser possível alcançar resultados semelhantes junto a alunos do ensino médio mesmo com as dificuldades envolvidas neste nível de ensino. Aos professores que desejam seguir este caminho, PEDUZZI (2001) recomenda, dentre outras, uma aproximação com relatos de pesquisa nesta área, mas também o domínio conceitual dos temas explorados bem como uma disposição para superar as dificuldades que um processo de mudança sempre demanda.

Embora a bibliografia relativa a este item não se esgote aqui, os argumentos apresentados pelos autores são bastante consistentes para estimular novos avanços nas discussões, na intervenção e na investigação de material bibliográfica que possa subsidiar tal proposta.

## **1.5. – A História do Movimento do Sangue e o Ensino de Ciências e de Biologia**

SUTTON (1996) defende uma articulação entre o uso de analogias no ensino da circulação sangüínea e a história da ciência. Para este autor, a ciência escolar, ao deixar de contextualizar historicamente o conhecimento, passa uma visão de ciência desumanizada, uma vez que as incertezas dos pesquisadores, as controvérsias, as discussões e as disputas para que um conhecimento se estabeleça na comunidade de pesquisadores ficam fora da ciência escolar. Esta acaba por apresentar somente os resultados da produção do conhecimento, ao que este autor denomina de "rótulos" atribuídos a conceitos e fatos. SUTTON (1996) caracteriza a linguagem utilizada na ciência escolar como um sistema de rotulação em contraposição à linguagem interpretativa, característica da fase nascente do conhecimento, ou seja, do contexto de sua produção. Esta linguagem interpretativa a que SUTTON (1996) se refere é aquela utilizada pelos cientistas que lançam mão de recursos tais como as analogias para tentar explicitar o que se passa em sua mente. Entretanto, quando estes recursos estão na ciência escolar, freqüentemente se acham desprovidos de qualquer contextualização histórica, servindo apenas como rótulos.

O estabelecimento de um raciocínio analógico está ligado a um determinado contexto histórico, logo este recurso é compreensível à comunidade de pesquisadores da época de produção do conhecimento, bem como a um público mais amplo. Uma analogia poderá estar descontextualizada em relação ao momento histórico atual, isto é, o elemento que serviu, originalmente, para estabelecer o raciocínio analógico poderá ser desconhecido e, assim, gerar inúmeras interpretações, muitas delas inadequadas. Neste caso talvez seja necessário estabelecer um raciocínio analógico que contenha elementos mais atuais para que a analogia se torne eficaz, isto é, auxilie a compreensão de um elemento pouco conhecido através de um elemento conhecido.



Como também foi visto neste capítulo, alguns pesquisadores argumentam que a história da ciência pode ajudar a superar a falta de significado de fórmulas e equações. No contexto deste trabalho, além de contribuir para dar significação à analogia bomba-corção, ajuda a situar esta analogia em um momento histórico significativo em que profunda transformação se efetuou nas concepções e interpretações dos fenômenos da natureza, isto é, em um contexto de ruptura na forma de se observar, analisar e explicar o corpo humano. Para a fisiologia, significou um marco revolucionário no conhecimento, conforme será visto no próximo capítulo.

No capítulo V, disserto também sobre as conseqüências que a veiculação da analogia coração-bomba de forma não contextualizada acarreta à compreensão da mesma por parte dos professores, os quais mostraram total desconhecimento de aspectos históricos relativos ao desenvolvimento do conceito de circulação sangüínea.

Diante deste contexto, a história da ciência poderia trazer contribuições não só para o melhor entendimento da analogia coração-bomba como também para o melhor entendimento, por parte do professor, das transformações que ocorrem ao longo do desenvolvimento de um conceito. Para tanto, se faz necessário inserir a história da ciência nos cursos de formação de professores quer inicial quer continuada. Porque, assim, como afirmou ZANETIC (1988), ela de alguma forma estará presente na sala de aula. Reafirmo, em sintonia com outros pesquisadores, que não é qualquer história da ciência que poderá efetivamente contribuir para o ensino de ciências e de biologia.

No próximo capítulo, explicitarei a concepção epistemológica de Ludwik Fleck com a qual, no capítulo IV, farei uma leitura da história relativa ao movimento do sangue. Argumento e defendo que esta opção é consistente e está em sintonia com os posicionamentos favoráveis à um ensino de ciências articulado à história e à filosofia da ciência.

## CAPÍTULO II

### CONTRIBUIÇÃO DE LUDWIK FLECK

#### II.1.– Dados Biográficos

LUDWIK FLECK (1896-1961), médico polonês, publicou o livro **“Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache”** - “A Gênese e o Desenvolvimento de um Fato Científico” - em 1935, um ano após Karl Popper ter publicado **“A Lógica da Investigação Científica”**. Enquanto o livro de Popper teve, posteriormente, grande repercussão, o de Fleck permaneceu na obscuridade por longos anos. O fato de Fleck ser judeu polonês talvez tenha contribuído para que seu livro não despertasse interesse entre os nazistas alemães que ocuparam a cidade de Lwów em 1941, onde vivia Fleck. (SCHAFER e SCHENELLE, 1986).

O interesse pelas suas idéias, no entanto, foi despertado quando Thomas Kuhn publicou, em 1962, a sua clássica obra **“A Estrutura das Revoluções Científicas”**, em cujo prólogo faz referência a Fleck, que havia falecido em 1961, um ano antes daquela publicação.

*... O trabalho de Fleck ... fez-me compreender que essas idéias podiam necessitar de uma colocação no âmbito da Sociologia da Comunidade Científica. Embora os leitores encontrem poucas referências a qualquer desses trabalhos ou conversas, devo a eles mais do que me seria possível reconstruir ou avaliar nesse momento (KUHN, 1975, p. 11).*

Posteriormente, em 1978, Kuhn fez a apresentação da monografia de Fleck por ocasião da tradução da mesma para o idioma inglês.

Fleck nasceu em 1896 na cidade de Lwów na região da Galícia, que, na época, fazia parte do Império Austro-Húngaro (cem anos antes pertencia ao extinto império Polonês). Depois da Primeira Guerra Mundial, esta região foi integrada à Polônia e, após a Segunda Guerra, à Ucrânia.

Iniciou sua carreira como clínico geral e se especializou em bacteriologia e serologia. Em 1920, tornou-se assistente de Rudolf Weigh, um dos maiores especialistas de tifo, no laboratório de Doenças Infecciosas de Lwow e passou a atuar em laboratórios, desenvolvendo pesquisas no campo da microbiologia e bioquímica. Em 1921, tornou-se assistente de Weigh na Faculdade de Medicina da Universidade de Lwow.

Publicou, entre os anos de 1922 e 1939, trinta e sete trabalhos científicos; entre os anos de 1946 a 1957, período de maior atividade em investigação médica, dirigiu quase cinquenta teses de doutorado e um grande número de habilitações e publicou um total de oitenta e sete trabalhos em revistas polacas, francesas, inglesas, americanas e suíças. Assistiu a congressos e deu conferências na Dinamarca, França, Rússia, USA e Brasil, entre outros países. Ao morrer, em 1961, era professor visitante na Faculdade de Medicina da Universidade Hebraica de Jerusalém (SCHAFER e SCHNELLE, 1986).

Durante sua carreira, além do interesse pela medicina e particularmente pela microbiologia, Fleck se dedicou à leitura de obras sobre filosofia, sociologia e história da ciência. A atmosfera em que vivia valorizava, além da especialidade, a boa formação geral dos indivíduos. O clima científico cultural de Lwów era intenso e interdisciplinar, com círculos científicos solidamente organizados e sob forte influência de Viena. Fleck circulava entre todos e mantinha contato intenso com a Escola de Filosofia de Lwów-Varsóvia de orientação neopositivista.

Nesta atmosfera cultural, pode-se localizar a gênese do pensamento de Fleck assim como nas leituras de autores como Durkheim (sociologia), Jérusalem (sociologia), Levy-Bruhl (antropologia) Bohr (física). Fleck sofreu influência filosófica do círculo de Viena, da escola de Lwow-Varsóvia, da teoria da Gestalt e, principalmente, da tradição da Escola Polonesa de Filosofia da

Medicina, assim como da sua própria prática em bacteriologia e serologia (SCHAFER e SCHNELLE, 1986; LÖWY, 1994).

DA ROS (2000), apoiando-se sobretudo em LÖWY (1990), argumenta em sua tese que Fleck, muito embora não tenha feito referências à Escola Polonesa de Filosofia da Medicina, é o herdeiro intelectual das reflexões e posições epistemológicas dos vários médicos filósofos. DA ROS (2000) sintetiza um resgate histórico, a partir de LÖWY (1990), dos principais pensadores que constituíram esse grupo, destacando os argumentos filosóficos e epistemológicos de cada um deles em relação à medicina e aos trabalhos dos médicos, para localizar a possível influência que teriam sobre a posterior formulação epistemológica de Fleck.

A Escola Polonesa de Filosofia da Medicina acabou ficando em mãos de anti-semitas, induzindo Fleck a desconsiderar sua existência uma vez que em seus escritos não há referência a ela nem a médicos que estiveram ligados a essa escola (DELIZOICOV, D. et al, 1999).

Com a invasão da cidade de Lwow pela Alemanha Nazista em 1941, Fleck se refugiou no gueto judeu onde permaneceu até ser levado ao campo de concentração de Auschwitz em 1943. Um ano depois, foi transferido para o campo de Buchenwald com o objetivo de desenvolver pesquisa para a obtenção da vacina contra o tifo. Entre os demais familiares, somente Fleck, sua mulher e seu filho permaneceram vivos e em abril de 1945 foram libertados.

Durante o período pós-guerra manteve atividades laboratoriais e acadêmicas. Em 1956, sofreu um enfarto do miocárdio e, um ano depois, com diagnóstico de linfossarcoma, mudou-se com sua mulher para Israel, onde residia seu filho. Em Israel, retoma suas atividades de pesquisa e docência, sendo nomeado professor visitante da Faculdade de Medicina na Universidade Hebraica de Jerusalém e diretor do Departamento de Patologia Experimental do Instituto Israelense de Investigação Biológica.

Em 05 de junho de 1961, Fleck faleceu em consequência de outro enfarto, aos 64 anos de idade.

## **II.2. - Fleck e a Produção do Conhecimento**

### **II. 2.1. – Caracterização da sua Epistemologia**

LÖWY (1990) considera Fleck o herdeiro e continuador das gerações de médicos-filósofos poloneses, os quais se preocupavam com história, filosofia, sociologia e epistemologia da medicina.

A primeira publicação de Fleck de cunho epistemológico – “Über einige besondere Eigensachften dês ärztlichen Denkens” - “Sobre Algumas Características Especiais do Pensamento Médico”<sup>4</sup> -, data de 1927 e surgiu como resultado de uma conferência proferida um ano antes na Sociedade de Amigos da História da Medicina da cidade de Lwów (SCHAFER e SCHNELLE, 1986). Neste artigo, Fleck fornece um esboço do que seria estilo de pensamento médico, sem, no entanto, empregar o termo estilo de pensamento. Em outro artigo de 1929, “Sobre a Crise da Realidade Científica”, Fleck refere-se a duas das principais categorias que embasam sua proposição epistemológica: coletivo de pensamento e estilo de pensamento. Refere-se também aos elementos da relação cognitiva entre o sujeito e o objeto, além dos fatores internos e externos relativos à produção do conhecimento científico (COHEN e SCHNELLE, 1986).

É na monografia de 1935 - “A Gênese e o Desenvolvimento de um Fato Científico”, que Fleck sintetiza idéias gestadas durante toda a sua prática laboratorial (LOWY, 1990). A primeira edição do livro foi de cerca de 600 exemplares publicados em alemão por um editor suíço.

Neste livro, Fleck aborda dois grandes temas: o estudo de um caso da história da medicina - o desenvolvimento do conceito de sífilis – e as suas conseqüências epistemológicas. O primeiro capítulo destina-se ao relato da investigação da gênese do conceito de sífilis. O capítulo seguinte destina-se à uma primeira avaliação epistemológica, onde é enfatizada a condicionalidade histórica do saber e esboçados os elementos fundamentais da estrutura sociológica do saber. Fleck argumenta que os chamados fatos médicos estão

condicionados cultural e historicamente. Para ele, os fatos só podem ser compreendidos com a ajuda do que ele chamou de protoidéias. Estas são responsáveis pelo estabelecimento de dependência entre as concepções atuais e as preteridas. No terceiro capítulo, encontra-se uma análise do trabalho coletivo de Wassermann e seus colaboradores, sobre os primeiros diagnósticos serológico da sífilis. No quarto capítulo, Fleck retoma a análise epistemológica, demonstrando a estrutura coletiva do trabalho de Wassermann e seus colaboradores bem como sua relação com os fatores externos da ciência. Utiliza-se da sociologia do conhecimento e da sociologia etnológica para desenvolver um esquema conceitual adequado para que possa generalizar observações conseguidas através do estudo de casos pertencentes à área de conhecimento da medicina (SCHAFFER e SCHENELLE, 1986).

Em seus escritos, Fleck se contrapõe ao modelo empirista-positivista. A realidade para ele não existe enquanto reflexo do objeto e de forma independente, ao contrário, atribui ao indivíduo um papel ativo em que a relação do sujeito com o objeto é recíproca e o conhecimento resulta de uma visão de realidade socialmente transmitida. Para ele, não há apenas uma relação bilateral entre sujeito-objeto, pois, um terceiro fator, o "estado do conhecimento", compõe esta relação cognoscitiva. Este terceiro fator corresponde às relações históricas, sociais e culturais que marcam o estilo de pensamento compartilhado pelo coletivo de pensamento (FLECK, 1986).

Para Fleck, a ciência não é uma construção formal, mas uma atividade levada a cabo por comunidades de investigadores. O conhecimento está intimamente ligado a pressupostos e condicionamentos históricos, antropológicos e culturais, relacionando-se, assim, às convicções empíricas e especulativas que unem os indivíduos. O conhecimento só é possível sob certas pré-suposições, sob hábitos de estilo de pensamento que mediatizam a constatação das características do observado. ... *O conhecer representa a atividade mais condicionada socialmente da pessoa e o conhecimento é a criação social por excelência* (FLECK, 1986, p.89).

---

<sup>4</sup> "Some specific features of medical way of thinking"

Na análise histórico epistemológica que faz, Fleck emprega duas categorias fundamentais - **coletivo de pensamento** e **estilo de pensamento** - que estruturam a sua compreensão sobre a produção de conhecimento que, segundo ele, ocorre num processo dinâmico de **instauração, extensão e transformação** de estilos de pensamento.

As categorias - **Coletivo de Pensamento** e - **Estilo de Pensamento** correspondem, respectivamente, à comunidade de cientistas de um determinado campo do saber e às pressuposições que unem e mantêm os membros da comunidade. No que se refere à categoria estilo de pensamento afirma que:

*O estilo de pensamento consiste, como qualquer estilo, em uma determinada atitude e **um tipo de execução que o consuma**. Esta atitude tem duas partes estreitamente relacionadas entre si: disposição para um sentir seletivo e para a ação conseqüentemente dirigida. **Ela cria as expressões que lhe são adequadas** ... dependendo em cada caso da prevalência de certos motivos coletivos e dos meios coletivos aplicados. Portanto, podemos definir o estilo de pensamento como um perceber dirigido com a correspondente elaboração intelectual e objetiva do percebido. Fica caracterizado pelos traços comuns dos problemas que interessam ao coletivo de pensamento, pelos juízos que o pensamento coletivo considera evidentes e pelos métodos que emprega como modo de conhecimento. **O estilo de pensamento também pode ir acompanhado pelo estilo técnico e literário do sistema de saber** (FLECK, 1986, p.145, grifo meu).*

Apesar da citação conter uma definição de estilo de pensamento, ao longo de sua monografia Fleck vai fornecendo elementos constituintes desta categoria, o que faz com que sua compreensão transcenda a apenas uma definição. Neste sentido, LÖWY (1990), DELIZOICOV, D. et al (1999), DA ROS (2000) e CUTOLO (2001) destacam que a categoria estilo de pensamento pode ser interpretada de forma equivocada e gerar sentidos imprecisos, tal como

ocorreu com o termo paradigma de Thomas Kuhn. Este termo acabou por ser empregado a inúmeras situações para além daquelas consideradas inicialmente por ele quando o utiliza para uma compreensão do conhecimento produzido por comunidades científicas, particularmente aquelas que ele considera como sendo “maduras”, ou seja, que compartilham os mesmos paradigmas. Conforme MASTERMAN (1970), a análise textual do livro “**A Estrutura das Revoluções Científicas**” mostrou que o termo paradigma apresentou vinte e um sentidos.

Semelhantemente a MASTERMAN (1970) o grupo de estudos (mencionado anteriormente na apresentação deste trabalho) do qual participei teve como um dos objetivos procurar compreender com maior precisão a categoria estilo de pensamento. Na análise realizada na monografia de LUDWIK FLECK “**A Gênese e o Desenvolvimento de um Fato Científico**”, localizamos cerca de quarenta elementos agregados à categoria de estilo de pensamento.

CUTOLO (2001), por exemplo, em sua tese de doutorado, explicita como síntese de uma compreensão para estilo de pensamento, o seguinte:

*1- modo de ver, entender e conceber; 2- processual, dinâmico, sujeito a mecanismos de regulação; 3- determinado psico/sócio/histórico/culturalmente; 4- que leva a um corpo de **conhecimentos e práticas**; 5.- compartilhado por um coletivo com formação específica (CUTOLO, 2001, p.55, grifo meu).*

Esta interpretação teve como uma das referências os estudos elaborados pelo grupo constituído para aprofundar, a partir da monografia de Fleck (1986), elementos constitutivos da categoria estilo de pensamento.

Um ponto fundamental a ser compreendido é que o uso da locução adjetiva “de pensamento” pode parecer ser inadequado para dar uma característica às categorias de estilo e de coletivo, uma vez que elas de fato dizem respeito a ações e intervenções efetivamente realizadas pelos sujeitos que formam os coletivos de pensamento ao compartilharem um determinado estilo. Assim, conforme dissertarei, estilo de pensamento refere-se a conhecimentos e práticas efetivamente compartilhados por coletivos.



Destaco alguns dos elementos que mais diretamente subsidiarão a análise dos distintos estilos de pensamentos envolvidos no desenvolvimento histórico do conceito de movimento do sangue no corpo humano. São eles: **corpo de conhecimento** (pp.48, 61, 144); **diferentes enfoques entrelaçando-se: elementos teóricos e práticos** (p.50); **possuir uma linguagem específica** (pp.89-90); **utiliza determinados termos técnicos** (p.129); **significador de conceitos** (p.146); **como determinantes de fatos** (p.143); **sistema fechado de crenças** (pp.51, 74, 89, 90, 101); **algo que está em progressiva transformação** (pp.52, 76, 97); **complexo processo de formação intelectual** (pp. 56, 57, 85, 100, 101); **forma de conceber problemas** (pp.67, 85); **sistema estrutural que resiste tenazmente a tudo o que o contradiz** (p. 74); **concepção dominante ou vigente** (p. 75); **uma espécie de harmonia das ilusões** (pp. 75, 93); **agregação de idéias admissíveis (plausíveis) fechadas e idôneas (aptas) para a divulgação** (pp.77, 126); **algo que molda a formação** (pp.81, 94); **estruturador/indicador das conexões entre sujeito e objeto** (pp.86, 87, 130); **disposição para um perceber dirigido orientado para ver e agir de uma maneira e não de outra** (pp.111, 139); **dando forma, conformidade ao fato** (p.130); **direcionador da observação** (pp.134, 145); **determinado psico/sócio/históricamente** (pp.48, 144), **estilo técnico e literário do sistema do saber** (p. 145).

Para tornar o conceito de estilo de pensamento mais familiar e mais tangível, FLECK (1986) considera conveniente, também, se fazer uma comparação entre versões científicas modernas com algumas mais antigas, salientando que para se analisar um estilo de pensamento antigo é necessário se colocar no lugar dos antigos.

Um estilo de pensamento, segundo FLECK (1986), só tem legitimidade se for compartilhado por um coletivo de pensamento. Este, só se estabelece como tal a partir da adesão de seus integrantes a um modo de pensar, de agir, de enfrentar e de resolver problemas. O coletivo de pensamento é, portanto, o portador comunitário de um estilo de pensamento. A cumplicidade entre os componentes do coletivo é a condição necessária para que um estilo de pensamento se estabeleça, se mantenha e se desenvolva. Fleck argumenta,

ainda, que esta categoria não deve ser entendida como um grupo fixo ou uma classe social, mas sim como um conceito mais funcional do que substancial. Para ele, quando duas ou mais pessoas trocam idéias, pode-se caracterizar como um coletivo de pensamento momentâneo, que nasce e desaparece a cada momento. Além deste, há aqueles coletivos relativamente estáveis, que se estabelecem em grupos sociais organizados. Há, ainda, aqueles grupos que se tornam estáveis por um longo período, adquirem uma estrutura formal e o estilo de pensamento torna-se fixo. São estes coletivos que abrigam a ciência enquanto uma estrutura específica, coletiva e intelectual. Fleck argumenta que, quanto mais um coletivo de pensamento é especializado em seu conteúdo, mais fortes são os vínculos de pensamento que unem seus componentes.

Como será visto no capítulo IV, o estilo de pensamento médico de Galeno sustentou-se por cerca de 1500 anos não só por estar em sintonia com a visão de mundo de sua época, mas também pela adesão de seus pares a uma forma de observar, pensar, agir e enfrentar os problemas com os recursos disponíveis daquela época.

Na argumentação de Fleck, um indivíduo, enquanto ser social, pertence a vários coletivos de pensamento. Um pesquisador, além da comunidade com a qual trabalha, pode participar de outros grupos, tais como: políticos, religiosos, esportivos, sindical, etc... Sendo que estes também são providos de respectivos estilos de pensamento. O autor destaca o exemplo de Kepler e Newton ... *que tanto contribuíram para a concepção moderna de natureza, eram pessoas com uma atitude básica ritual-religiosa* (FLECK, 1986, p. 91).

FLECK (1986), entretanto, considera que os distintos coletivos de pensamento guardam entre si uma estrutura geral comum que consiste na formação de um pequeno círculo esotérico, são os especialistas. Ao redor deste círculo há um grande círculo exotérico. Este último, formado por componentes que se unem em torno de um dogma de fé ou uma idéia científica ou um pensamento artístico. Um coletivo de pensamento compõe-se de muitos círculos interseccionados, ou seja, um círculo pode ser considerado esotérico em relação

a vários outros exotéricos. Um indivíduo pode pertencer a vários círculos exotéricos e a uns poucos, ou a nenhum esotérico.

Muito embora a preocupação de Fleck seja epistemológica, ou seja, com a produção de conhecimento científico, a dinâmica que utiliza permite que se considerem, também, agrupamentos sociais que não se reduzem aos coletivos formados por cientistas. Esta característica assume importância fundamental no contexto desta tese uma vez que ela tem como objeto não só a produção do conhecimento científico sobre o movimento do sangue no corpo humano pela comunidade de cientistas, mas, também, com a disseminação do conhecimento por coletivos constituídos por não cientistas, como é o caso dos licenciados em biologia que atuam no ensino fundamental e médio e pelos coletivos dos alunos que freqüentam estes níveis de ensino.

É a seguinte a posição de Fleck sobre coletivos de pensamento cujo conhecimento não é necessariamente aquele produzido por cientistas.

*A fertilidade da **teoria do pensamento coletivo se mostra precisamente na possibilidade** que nos proporciona para comparar e **investigar de forma uniforme o pensar primitivo, arcaico, infantil e psicótico**, ainda pode também se aplicar ao pensamento de um povo, de uma classe ou **de um grupo** da índole que seja. **Considero o postulado de “experiência máxima” como a lei suprema do pensar científico**, pois uma vez surgida a possibilidade de uma epistemologia comparativa, este postulado se converte em uma obrigação. O velho ponto de vista, que não vai mais além do pronunciamento normativo “mal” ou “bom” acerca do pensamento, há de tornar-se obsoleto (FLECK, 1986, p.98, grifo meu).*

O estilo de pensamento une intrinsecamente os integrantes de um coletivo de pensamento cujo trabalho exige cooperação e comunicação intra e extra-coletivo (FLECK, 1986). A comunicação extra-coletivo permite que fatos científicos construídos por um determinado coletivo de pensamento possam ser

passíveis de tradução e, assim, serem assimilados por outros coletivos, que os modificam e adaptam a seus respectivos estilos de pensamento (LÖWY, 1994).

FLECK (1986) argumenta que ao se comparar vários estilos de pensamento pode-se notar maiores ou menores diferenças entre eles. Por exemplo, segundo o autor, a diferença entre o estilo de pensamento de um físico e o de um biólogo, não é tão grande. No entanto, o estilo de pensamento de um físico moderno com o de um médico chinês guarda grande distância. Assim, para caracterizar esses distanciamentos ou aproximações entre estilos de pensamento, FLECK (1986) refere-se a matizes de estilos, variedades de estilos e estilos diferentes. O que Fleck salienta é que quanto maior a diferença entre estilos de pensamento menor será a circulação de idéias entre os coletivos. Contrariamente, entre os coletivos cujos estilos de pensamento são menos divergentes, fatos e conceitos são traduzidos e acolhidos em uma outra linguagem de pensamento.

Essas nuances entre estilos de pensamento podem determinar, por exemplo, a incomensurabilidade entre estilos de pensamento. O termo incomensurabilidade (*niewspólmiernosc*) foi utilizado por Fleck, pela primeira vez e em polonês, no artigo de 1927, podendo significar incongruência (SCHAFER e SCHNELLE, 1986). Na monografia original de 1935, em alemão, foi utilizado o termo – *inkommensurabel* – incomensurável - e, na tradução espanhola de 1986, encontra-se o termo incomensurabilidade.

O coletivo de pensamento possui linguagem estilizada e códigos fechados, compartilhados apenas pelos iniciados, constituindo, assim, um círculo esotérico. No entanto, ao redor deste, se estabelece o círculo exotérico, formado pelos não iniciados cujo discurso é mais simplificado. Quanto mais este círculo vai se afastando do esotérico, mais a tradução do fato científico vai, paulatinamente, se simplificando.

O círculo exotérico relaciona-se indiretamente com o círculo esotérico, estabelecendo-se, assim, uma relação entre eles baseada na confiança nos “iniciados” e nas necessidades objetivas dos segundos, os “leigos formados” (FLECK 1986).

No item II.3. deste capítulo, onde relaciono as categorias de Fleck com o meu objeto de estudo, retomo as categorias de estilo e coletivo de pensamento, articulando-as com a que Fleck denomina de circulação intra e intercoletiva de idéias.

FLECK (1986) refere-se às conexões ativas e conexões passivas que correspondem para ele, respectivamente, aos pressupostos sociais e históricos do sujeito e aos resultados que caracterizam o percebido. Ambas acham-se mediatizadas pelo estilo de pensamento e não são separáveis, nem lógica nem historicamente.

Contrariamente à concepção a-histórica do conhecimento, Fleck defende a idéia do desenvolvimento histórico e evolutivo dos conceitos. Os conceitos atuais são resultados de idéias que foram se transformando ao longo do tempo. As concepções atuais da ciência moderna não são, portanto, resultado apenas de uma possibilidade lógica.

Fleck introduz o conceito de "protoidéia" ou "preidéia" na busca da gênese de fatos científicos estabelecidos. Os conceitos com os quais os cientistas trabalham estão ligados a idéias pré-científicas e obscuras retiradas de outros contextos como, por exemplo, o religioso, dentre outros. Os conceitos não são produzidos espontaneamente, mas sim, se constituem como resultados de um desenvolvimento histórico. Ele adverte, porém, que nem todo fato científico atual é necessariamente proveniente de uma protoidéia. Ao considerar um conceito científico como o resultado do desenvolvimento histórico do saber, argumenta:-

*... não podemos nos libertar do passado que – com todos os erros – segue vivo em conceitos herdados, nas formas de conceber problemas, **nos programas do ensino formal**, na vida diária, na **linguagem e nas instituições** ... a biologia me ensinou a investigar sempre histórica-evolutivamente todo campo em desenvolvimento. Que faz hoje a anatomia sem embriologia? Pois, da mesma forma, toda teoria do conhecimento **em que não haja investigações históricas e comparativas cai em um jogo de palavras, em***

***uma epistemologia imaginativa*** (FLECK, 1986, p.67-68, grifo meu).

Esta posição de Fleck remete ao campo da educação formal pois como será visto no capítulo V, a atuação docente, o processo de ensino-aprendizagem, pelos mais variados motivos, muitas vezes apresenta vestígios de um passado onde o ensino escolástico, dogmático e livresco, que comparado à realidade atual da sociedade não caberia ainda estar presente nas salas de aula. Os programas oficiais, muitas vezes, são enciclopédicos, dando ênfase à quantidade de conteúdos a serem trabalhados, em detrimento de uma abordagem que priorize a articulação entre eles. São disseminados desprovidos de qualquer contexto histórico, o que tem acarretado imprecisas interpretações sobre, por exemplo, a comparação entre o coração e uma bomba.

As protoidéias constituem para FLECK (1986) esboços pré-científicos de teorias atuais e devem ser compreendidas sócio-cognoscitivamente. Apesar das variações de estilos de pensamento, as protoidéias persistem, estabelecendo a relação de dependência entre as concepções teóricas. Não se pode aplicar a elas as categorias de verdade ou falsidade, há que considerá-las como o ponto de partida de um fato. Não há erros absolutos como também não há verdades absolutas. O conteúdo da ciência tem muito a ver com a história do conhecimento. ... *os conteúdos científicos, ... estão condicionados e são explicados histórico-conceitualmente, psicológica e sociológico-conceitualmente* (FLECK, 1986, p.68).

A interpretação de Galeno sobre o trajeto do sangue no corpo humano, que será visto no capítulo V, não encontra ecos nos dias de hoje, entretanto, não pode ser julgada errada ou absurda, mas sim ser considerada como pertencente a um outro estilo de pensamento e a uma outra visão de mundo aos quais ela se ajustou e perdurou por longo tempo. Foi, porém, a partir desta interpretação, que também continha idéias antigas, que se desenvolveu e se estabeleceu uma outra interpretação. Mesmo o modelo com o qual trabalhamos atualmente contém resquícios da interpretação de Galeno, segundo a qual, junto com o sangue eram distribuídos os espíritos vitais provindos do meio ambiente.

O estabelecimento de um fato está ligado a um determinado contexto histórico e se constitui como o resultado de um estilo de pensamento. FLECK (1986) argumenta que o fato surge após uma coerção de pensamento sobre o pensar caótico inicial. A resistência a uma outra forma de observar caracteriza a ligação de um investigador a um coletivo de pensamento. O fato, segundo FLECK (1986), tem uma tríplice relação com o coletivo de pensamento: 1- está ligado a uma linha de interesse intelectual do coletivo, uma vez que a resistência ao olhar arbitrário só existe onde há um objetivo, uma meta; 2- a resistência ao olhar caótico tem que ter eficácia dentro do coletivo de pensamento e estar presente em cada um de seus componentes; 3- o fato deve ser expresso no estilo de pensamento do coletivo. Cada fato repercute sobre muitos outros e cada mudança exerce influência sobre um terreno ilimitado.

A coerção de pensamento é a atitude necessária exercida pelo coletivo de pensamento sobre o indivíduo durante o processo de formação, com objetivos claros de inseri-lo em um estilo de pensamento. FLECK (1986) reconhece que os textos utilizados em um determinado campo do conhecimento também exercem certa coerção durante o processo de formação dos sujeitos. Retomarei esta discussão no item II.3 deste trabalho, onde relaciono as categorias de Fleck com o meu objeto de pesquisa.

*... A forma de trabalho, a proposta dos problemas, o equipamento teórico e a **aplicação prática se adquirem na fase concreta de formação, que é de onde se conhecem e se imitam os modelos** ... a introdução didática é um 'conduzir dentro' uma suave coerção ... um especialista é uma pessoa especialmente modelada, que **já não pode escapar das 'ligaduras' da tradição** e do coletivo, do contrário não seria um especialista (FLECK, 1986, p.31, 101 e 131, grifo meu)*

O ver formativo, isto é aquele provido de um determinado referencial, ocorre mais como uma doutrinação do que como um estímulo do pensamento crítico científico. Fleck recorre à Psicologia da Gestalt, segundo a qual a imagem do objeto está condicionada ao olhar do sujeito, contrariando assim os empiristas

lógicos, para os quais o conhecer é resultado de uma imagem meramente reflexiva do objeto. Negar o ver formativo é para ele um absurdo do ponto de vista lógico e psicológico.

Entretanto, apesar de Fleck atribuir grande peso à tradição, reconhece a possibilidade de se implementar transformações. Há na tradição uma dinâmica que permite ao mesmo tempo se conservar, mas também se transformar. Como será visto no capítulo IV, Harvey, ligado à tradição galênica e aristotélica, mas interagindo com outros sistemas de idéias, valeu-se da concepção de Aristóteles no que diz respeito à perfeição do movimento circular e das fragilidades apresentadas pelo modelo de Galeno para fornecer uma nova explicação do movimento do sangue no corpo humano, sustentado por um novo estilo de pensamento, sob uma nova visão de mundo.

Harmonia das ilusões é como FLECK (1986) caracteriza a fase em que só se observam os fatos que se encaixam na teoria dominante, É o período clássico da teoria, quando o estilo de pensamento está estabelecido. É a fase de sua extensão.

*Épocas completas são regidas por esta coerção de pensamento. Os hereges que não compartilham com esta atitude coletiva serão criminosos e lançados na fogueira até que uma nova atitude origine outro estilo de pensamento e outra valoração (FLECK, 1986, p.145-146, grifo meu).*

A coerção de pensamento, a harmonia das ilusões ajuda a compreender o longo período em que as idéias de Galeno foram dominantes. Como será visto no capítulo V, seus conhecimentos que se adequavam às idéias religiosas da época, conduziram o pensamento médico por cerca 1500 anos. Contrariar o pensamento dominante consistia em uma heresia, foi o caso do médico e teólogo espanhol Miguel de Serveto (1511-1553), que ao contestar Galeno se contrapôs, também, a certos dogmas tanto da igreja romana quanto dos reformistas, pagando tal procedimento com a própria vida.

Apesar de Fleck advogar que o conhecimento é a criação social por excelência e está ligado a pressupostos e condicionamentos históricos,



antropológicos e culturais, e que o conhecer representa a atividade mais condicionada socialmente, reconhece que a forma de pensar e de agir sofre alterações e se transforma. Para tanto, a teoria dominante passa por uma fase de complicações quando as exceções tornam-se conscientes. Apesar do coletivo lutar para a manutenção da teoria dominante - harmonia das ilusões -, as complicações marcam a exaustão do estilo de pensamento. Através de um processo de sucessivas transformações, surge um outro modo de ver, de pensar e de agir, e, assim, emerge um outro estilo de pensamento que também vai perdurar por um certo tempo que poderá ser breve ou muito longo, até que um novo ciclo se reinicie.

Os textos têm grande importância no "ritual de iniciação" em um determinado campo do saber e constituem um dos elementos que se prestam à coerção de pensamento durante o processo de formação do indivíduo. Fleck cita como exemplo o livro de Citron - "Os Métodos de Imunodiagnóstico e da Imunoterapia", que desempenhou o papel de um verdadeiro catecismo para o coletivo de pensamento sorológico.

*Toda introdução didática, em um campo do conhecimento, atravessa um período dominado por um ensino puramente dogmático ... é um conduzir dentro, é uma suave coerção ... é mais um doutrinamento do que um estímulo crítico-científico ... (FLECK, 1986, p. 31 e 101).*

Apesar das idéias de Fleck terem demorado um tempo relativamente longo para serem consideradas e divulgadas, hoje elas subsidiam vários trabalhos, conforme aponto no próximo item, onde também disserto sobre o papel dos livros na circulação inrtercoletiva de idéias.

## II. 2.2. – Desdobramentos das Idéias de Fleck

Como já mencionado neste trabalho, foi a partir da obra de Tomas Kuhn publicada em 1962 que a monografia de Fleck teve repercussão. Kuhn afirma ter lido o livro de Fleck entre os anos de 1949-1950 depois de tomar conhecimento dele através do livro de Hans Reichenbach (LÖWY, 1994). As categorias desenvolvidas por Kuhn em seu livro, “A Estrutura das Revoluções Científicas”, são reveladoras da forte influência que a leitura de Fleck lhe causou. Em DELIZOICOV, D. et al (1999), foi realizado um estudo comparativo entre as categorias utilizadas por estes dois historiadores e epistemólogos da ciência, tais como: paradigma e estilo de pensamento, comunidade de cientistas e coletivo de pensamento, ciência normal e revolução científica com a insaturação, extensão e transformação de um estilo de pensamento.

O autor que explicitamente teceu consideração mais ampla à obra de Fleck foi W. Baldamus em um artigo de 1977 e em uma monografia de 1976 (SCHAFFER e SCHENELLE, 1986).

Na América, na década de 70, o sociólogo Robert Merton, encontrando ecos na obra de Fleck, no que se refere à influência da estrutura social das comunidades científicas sobre a produção do conhecimento científico, objeto de seu interesse, estimulou a tradução do livro de Fleck, escrito originalmente em alemão, para o idioma inglês. Esta versão foi publicada em 1978 pela Universidade de Chicago, com prólogo de Tomas Kuhn. Nesta mesma época, foi também reeditada a versão em alemão. A versão espanhola foi publicada em 1986. Fleck foi reconhecido pelos pesquisadores da escola de Edimburgo como o pioneiro da sociologia das ciências (LÖWY, 1994). Em 1986, é lançado o livro “Cognition and Fact” (COHEN & SCHENELLE) e nesta se encontra: uma contextualização da epistemologia de Fleck; alguns artigos referentes ao período de 1927-1960 e a posição de alguns autores sobre suas idéias.

Conforme CUTOLO (2001), as idéias de Fleck foram objeto de estudos e discussões entre a década de 60 e 70 nos países aliados à antiga União das

Repúblicas Soviéticas e, em 1968, em um congresso realizado em Praga. Vários artigos foram publicados na década de 70, tendo Fleck como referencial, pela revista da "Academia de Ciências de Cuba" e a revista "Educación Contemporânea Superior".

Segundo SCHÄFER e SCHNELLE (1986) e COHEN e SCHNELLE (1986), um trabalho crítico com interpretação Marxista foi escrito na década de 70 por Dieter Wittich na antiga Alemanha Oriental. Ainda na década de 70, surgiram, na Polônia alguns trabalhos sobre a obra de Fleck e, na década de 80 sua monografia foi traduzida para o polonês. No Brasil, há um número considerável de investigações calcadas no referencial fleckiano (DELIZOICOV, D. et al, 1999), particularmente na área da medicina.

Ilana Löwy, do INSERN (Institut Nationale de Sécurité e Recherche Medicale) de Paris, com formação em biologia e interesse em história e sociologia da ciência, tem se dedicado a estudos sobre Fleck e sua epistemologia. Atualmente, Fleck é considerado na Europa como o pioneiro na abordagem construtivista interacionista e sociologicamente orientada sobre história e filosofia da ciência (COHEN & SCHNELLE, 1986; LÖWY, 1990)

No próximo item, relaciono trabalhos desenvolvidos na UFSC e na UFF que se pautaram no referencial fleckiano, particularmente nas categorias de estilo de pensamento e coletivo de pensamento, para analisar currículos e práticas pedagógicas no campo do ensino das ciências naturais assim como na área do ensino biomédico.

### **II.2.3. – Fleck e a Pesquisa em Ensino**

As idéias de Fleck têm se mostrado um referencial para a pesquisa em ensino, conforme apontado por DELIZOICOV, D. et al (1999) que, ao relacionarem as posições epistemológicas de Fleck e a pesquisa em ensino,

fornecem as seguintes referências de pesquisa: CUTOLO (1999), DA ROS (1999), BACKES (1999, 2000), CASTILHO (1999), KOIFMAN (2001) e DELIZOICOV, N. (1995); e argumentam:

*Além da utilização para investigações no âmbito da História e Filosofia e da Sociologia da Ciência, que vêm sendo desenvolvidas na Europa, destacamos também o potencial deste [de Fleck] modelo epistemológico como uma referência para a investigação de problemas de ensino de ciências, ... Este modelo caracterizado pela sociogênese do conhecimento auxiliaria na caracterização e compreensão da atuação de grupos de docentes indicando novos caminhos a serem percorridos na formação inicial e contínua de professores (DELIZOICOV, D. et al, 1999, p.9).*

Além destes trabalhos, outros foram ainda desenvolvidos como: LEITE, FERRARI, DELIZOICOV (2001) que, a partir das categorias de estilo de pensamento e de coletivo de pensamento, estabeleceram relações entre a produção científica de Mendel e o contexto social histórico e econômico no qual foi produzido. Pretendem, com este trabalho, subsidiar a atuação do professor na perspectiva de um ensino de ciências que considere a abordagem histórica. Os autores identificam Mendel como participando e interagindo com distintos coletivos de pensamento e analisam as possíveis contribuições oriundas destes coletivos para a proposição de Mendel sobre hereditariedade. Concluindo o artigo afirmam:

*A apresentação do desenvolvimento do trabalho de Mendel em relação à sua participação em vários coletivos de pensamento sugere que este fator contribuiu para que ele encarasse a hereditariedade sobre uma nova perspectiva. Ele teve um olhar diferente para o problema da herança dos caracteres. Com isso poderíamos dizer que Mendel lançou as bases para o que viria a se constituir em um novo estilo de pensamento (LEITE; FERRARI; DELIZOICOV, 2001, p. 107).*

Esta caracterização do possível surgimento de novas proposições para fenômenos já estudados como decorrência da circulação intercoletiva de idéias propiciada pela interação de pesquisadores com distintos coletivos de pensamento e suas contribuições será considerada, também, no capítulo IV, a respeito do trabalho de Harvey sobre a circulação sangüínea.

Deve ser alertado, no entanto, que não obstante esta característica atribuída aos indivíduos, aos coletivos e à circulação intercoletiva de idéias, Fleck não reduz a produção de novidades científicas a esta dimensão apenas. Conforme dissertei anteriormente, na análise fleckiana, esta é a componente relativa às conexões ativas. Os dados empíricos também têm seu papel na medida em que representam as conexões passivas do processo de produção de conhecimento. FLECK (1986) argumenta que quando os problemas de investigação são identificados, porém não resolvidos num determinado momento, estes constituem o que ele denomina de complicações do estilo de pensamento. Podemos, então, considerar que o enfrentamento das complicações numa dinâmica de interação intercoletivos de pensamento, ou seja, numa circulação intercoletiva de idéias contribui para a solução destes problemas. Há, então, na compreensão de Fleck, uma transformação de estilo de pensamento, podendo estar se instaurando um novo estilo de pensamento.

No capítulo V, aprofundarei este aspecto ao localizar as complicações do estilo de pensamento galênico relativo à compreensão nele contida sobre o movimento do sangue no corpo humano. Igualmente será aprofundado o papel que a circulação intercoletiva de idéias representou para que Harvey propusesse seu modelo.

CUTOLO (2001), em sua tese de doutorado, investiga o currículo do curso de medicina da UFSC com o objetivo de identificar os estilos de pensamento que perpassam a formação dos médicos oriundos da UFSC. A partir da análise de grades curriculares, planos de ensino e entrevistas com docentes da própria universidade, encontrou as concepções higienista/preventivista, médico/social e biologicista/organicista, como elementos básicos que estruturam os estilos de pensamento. Conclui que os estilos de pensamento com

características biologicistas mostraram-se hegemônicos e têm marcada influência na prática curricular do curso. Ao propor encaminhamentos para mudanças no currículo de medicina o autor argumenta:

*Nestas mudanças é necessário que os novos estilos incorporem elementos da concepção biologicista/organicista, da médico-social e da higienista/preventivista. Parece que não é uma delas, mas outra ... sobretudo que entenda o ser humano sadio ou doente em sua dimensão histórica, social e psicológica, sujeito a condicionamentos multicausais que pode levá-lo a adoecer ... (CUTOLO, 2001, p.205).*

O autor parece estar considerando, também, o papel que a circulação intercoletiva de idéias pode ter, se empregada sistematicamente para estruturar práticas curriculares na perspectiva de transformações.

DA ROS (2000), em sua tese de doutorado, investigou os estilos de pensamentos presentes na produção acadêmica em Saúde Pública da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo e da Escola Nacional de Saúde Pública – FIOCRUZ – entre os anos de 1948 e 1994. Os estilos de pensamento detectados são considerados pelo autor como incongruentes. Admite que a epistemologia de Fleck e, particularmente, as categorias de estilo e de coletivo de pensamento se mostraram úteis para compreender as lógicas diferentes/incongruentes que convivem simultaneamente nas ciências do complexo, como é o caso da área da saúde. Considera a possibilidade de utilizar conceitos dos distintos estilos de pensamento detectados para criar um novo estilo de pensamento que contribua para uma maior eficiência não só em termos administrativo, mas que também integre aspectos da saúde coletiva ao trabalho clínico.

BACKES (1999), tendo como objeto de estudo o curso de formação em enfermagem, explora, em sua tese de doutorado, as características que o estágio pré-profissional deve conter para uma práxis transformadora do ensino e da prática profissional em enfermagem. Esta autora identificou os estilos de pensamento e níveis de práxis que nortearam o estágio em enfermagem da

Universidade Federal de Santa Maria. Conclui que o coletivo de pensamento em enfermagem, no que diz respeito ao estágio pré-profissional, evidenciou a existência de um estilo de pensamento em transição, na medida em que o estilo de pensamento denominado de regular/flexível não comporta mais suas características originais, mas também ainda não consolidou o estilo de pensamento flexível/transformador. Admite que a investigação evidenciou mudanças no estágio pré-profissional e, mesmo que ele por si só não garanta a continuidade de projetos inovadores, está mudando o comportamento dos novos profissionais e de alguns enfermeiros do campo e de docentes. Este trabalho foi publicado em forma de um livro, em 2000, conforme consta nas referências bibliográficas deste trabalho.

KOIFMAN (2001), que investigou a mudança curricular elaborada em 1992 e implantada em 1994, no curso de medicina da Universidade Federal Fluminense, para identificar em que sentido essa proposta estabelece novas possibilidades de articulação entre o biológico e o social no estudo do processo saúde-doença, e os reflexos dessa articulação na formação de médicos, pautou-se na história do modelo biomédico e na epistemologia de Fleck. Seu objetivo foi apontar a significação dessa reformulação para uma alternativa ao modelo de formação no que diz respeito ao reducionismo do ser humano ao seu organismo biológico.

Em minha dissertação de mestrado (DELIZOICOV, N. 1995), utilizei a categoria de estilo de pensamento para caracterizar a prática pedagógica de uma amostra de professores. A partir da análise da posição crítica destes professores diante de um texto extraído de um livro didático sobre conteúdos de programas de saúde, foi possível abstrair elementos que evidenciaram as respectivas concepções sobre o processo ensino-aprendizagem. Foram, assim, identificados três estilos de pensamentos: transformadores, não transformadores e em transição. Os professores que demonstraram completa discordância com a concepção biologicista do processo saúde doença e da concepção “bancária” (FREIRE, 1975) de educação subjacente no texto analisado caracterizaram o estilo de pensamento transformador; o estilo de pensamento não transformador foi detectado na posição daqueles professores que, ao fazerem uso exclusivo do

livro didático, tanto no preparo de suas aulas como nas atividades em sala de aula, concordaram com as concepções e as idéias subjacentes no texto; finalmente, apresentaram um estilo de pensamento em transição aqueles professores cuja posição continha elementos dos dois estilos de pensamento anteriores.

### **II.3. - As Categorias Fleckianas e o Objeto de Estudo**

As categorias estilo de pensamento (FLECK, 1986), sua instauração, extensão e transformação -, coletivo de pensamento e circulação intercoletiva e intracoletiva de idéias constituem os eixos fundamentais que utilizo para examinar o desenvolvimento histórico do conceito de movimento do sangue no corpo humano bem como a sua disseminação.

FLECK (1986), na página 145 de sua monografia, chega a apresentar uma definição síntese de estilo de pensamento. Esta definição encontra-se no item II.2.1 deste trabalho, em uma citação. No entanto, como também já mencionado, esta categoria pode gerar interpretações inadequadas. Foi visto que em toda a obra de Fleck foram localizados vários elementos constitutivos de estilo de pensamento. O que quero chamar a atenção é que na relativa flexibilidade da categoria é que reside seu potencial analítico, isto porque Fleck propõe uma teoria do conhecimento que procura caracterizar não só os conhecimentos produzidos pela ciência, mas também conhecimentos relacionados a coletivos não compostos por cientistas, e, conseqüentemente, não necessariamente estruturados, ou pelo menos não como os conhecimentos científicos.

Desta forma, a partir do levantamento realizado na monografia de FLECK (1986) pelo nosso grupo de estudos (DELIZOICOV, D. et al, 1999) dos elementos que compõem essa categoria, elaborei uma compreensão de estilo de pensamento, apresentada a seguir, que me auxiliou na análise dos dados históricos bem como para a compreensão das características agregadas ao conhecimento por ocasião da sua disseminação.

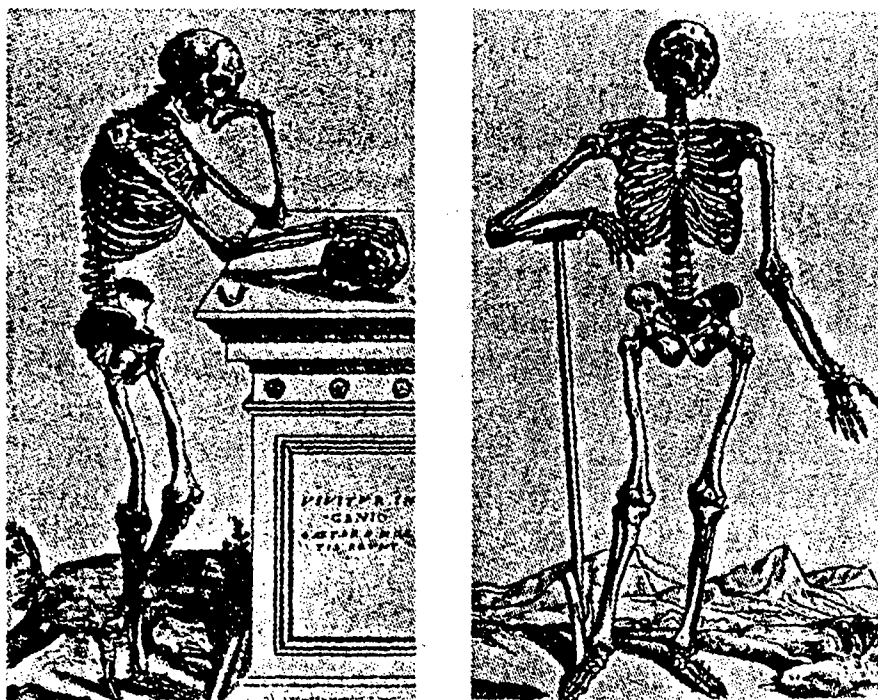


Um Estilo de Pensamento comporta uma visão de mundo, um sistema fechado de crenças, um corpo de conhecimento que, além de elementos teóricos, se caracteriza por uma linguagem própria e práticas específicas, é determinado psico-sócio-historicamente e sua apropriação pelos indivíduos ocorre no processo de formação, passando, assim, a direcionar a observação e se constituindo no elemento estruturador das conexões entre o sujeito e o objeto. Apesar de se apresentar como uma resistência – harmonia das ilusões – para um novo modo de olhar, de pensar e de agir, o que poderia sugerir algo estático e permanente, é dotado de um dinamismo na medida em que se instala, se estende (período clássico) e se transforma, tanto por motivos relacionados às complicações que apresenta como pela circulação intercoletiva de idéias, conforme dissertei anteriormente.

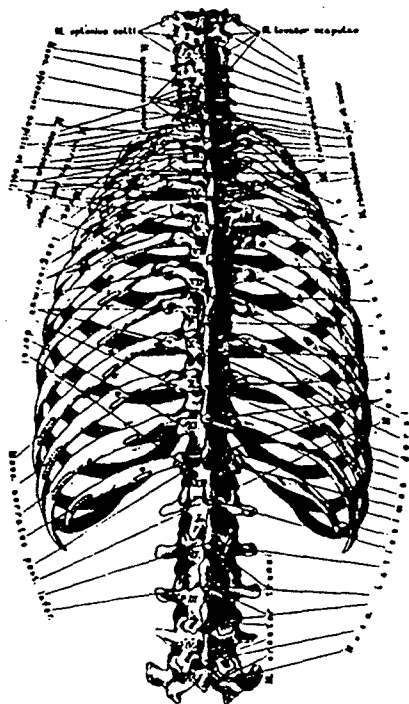
FLECK (1986) vê como uma possibilidade para melhor se compreender a categoria de estilo de pensamento, a comparação entre um estilo antigo e um moderno. Dentre outros exemplos, refere-se às figuras anatômicas de Vesálio e de seus antecessores, que representaram o esqueleto humano como um símbolo da morte. Argumenta que, assim como a morte perpassa estas representações, as representações modernas contêm uma visão mecânica e técnica do esqueleto como se fosse uma caixa. Entretanto, para o investigador ingênuo que se limita ao seu próprio estilo de pensamento, os estilos mais antigos lhe parecem estranhos e cheios de fantasias. Esta postura se deve ao estilo de pensamento que condiciona o sujeito e que é resultante da sua formação e da sua participação na circulação intracoletiva de pensamento.

Conforme a ilustração apresentada na página seguinte, todas as figuras osteológicas modernas, na argumentação de FLECK (1986), contêm motivos técnico-mecânicos e o sistema ósseo acaba se convertendo em uma “armação de apoio”. Para ele, esta concepção significa o resultado de nosso estilo de pensamento, tão familiar que leva qualquer um a afirmar “é realmente a armação de apoio” e o autor enfatiza, realmente o é, quando se pensa de acordo com o estilo de pensamento moderno.

Pode-se fazer uma articulação da argumentação de Fleck com a de SUTTON (1996). Este último, ao abordar a questão da linguagem envolvida na



Los esqueletos de Vesalio. Según Roth, Morita: *Andreas Vesalius Bruxellensis*.  
Berlín, Reimer, 1892.



La caja torácica según Heitzmann, Carl: *Die descriptive und topographische Anatomie des Menschen*, 5.<sup>a</sup> ed., Viena, Braumüller, 1888.

produção do conhecimento científico, isto é, em sua fase nascente, caracteriza-a como uma linguagem interpretativa, na medida em que o cientista lança mão de palavras que possam ajudá-lo a comunicar o que se passa em sua mente e, mais ainda, é personificada, como ele diz “ouve-se a voz do pesquisador”. Entretanto, na disseminação do conhecimento científico, SUTTON (1996) caracteriza a linguagem utilizada como um sistema de rotulação e, assim como na argumentação de FLECK (1986), é este sistema de linguagem, oriundo de um estilo de pensamento moderno, que se torna tão familiar a ponto de não se questionar o seu verdadeiro significado. Acrescento a esta característica uma outra, qual seja, que o estilo de linguagem enquanto rotulação pode levar a interpretações inadequadas, como é o caso da analogia coração bomba, que será visto no capítulo V deste trabalho.

Como um exemplo do uso de determinadas expressões, fruto de uma mudança de percepção, SUTTON (1996) cita Harvey, que passou a usar expressões mais mecânicas. ... *por exemplo, ele escreveu sobre o sangue vindo dos pulmões carregado para dentro da aorta da mesma forma que um fole faria para bombear água para cima* (SUTTON, 1996, p. 7).

A ciência de rotulação, segundo SUTTON (1996), está presente na ciência escolar, a qual ele caracteriza como desumana na medida em que não se “ouve mais a voz do cientista”, isto é, a linguagem interpretativa não está nela presente. Argumenta ainda que expressões tais como circulação, coração-bomba, dentre outras, ao passarem a fazer parte da estrutura de pensamento de uma comunidade, ao se converterem em conhecimento público, familiar e aceitável, servem como “rótulos” para órgãos e estruturas do corpo humano, sem que o seu significado seja questionado. Para este autor, a história da ciência poderia não só dar significação a tais expressões, como também passar uma visão mais humana do empreendimento científico.

Neste sentido Fleck argumenta:

***A todo estilo de pensamento lhe corresponde um efeito prático. Todo pensar é aplicável, uma vez que a convicção exige, seja a conjetura certa ou não, uma confirmação prática. A***

***verificação da eficiência prática está, portanto, tão unida ao estilo de pensamento como a pressuposição. A coerção de pensamento, os hábitos de pensamento ou, ao menos, a aversão expressa contra o pensar conforme a um estilo de pensamento estranho, guardam a harmonia entre a aplicação e o estilo de pensamento*** (FLECK, 1986, p.151, grifo meu).

Estas características do estilo de pensamento são de grande valia tanto para a análise dos livros quanto para a análise das entrevistas realizadas com os professores, responsáveis em converter os conhecimentos destinados ao contexto escolar em atividades para os alunos, procedimento este orientado por concepções e pressupostos que podem ser oriundos de vários coletivos de pensamento, mas particularmente da formação acadêmica inicial e/ou continuada, as quais têm um peso considerável no pensar e no agir profissional do docente.

As categorias coletivo de pensamento, círculo esotérico e círculo exotérico, caracterizadas anteriormente neste trabalho, e a circulação intercoletiva de idéias entre estes círculos assumem importância fundamentais no contexto desta pesquisa, na medida em que auxiliam na análise do conhecimento tanto no contexto de sua produção, isto é, no âmbito dos especialistas, quanto no âmbito dos não especialistas, ou seja, daqueles que Fleck denomina de leigos formados e leigos não formados. No caso desta investigação, estou associando ao círculo exotérico constituídos por leigos formados, os coletivos de professores, e ao círculo exotérico constituídos por leigos não formados, os coletivos de alunos.

Num grupo esotérico, segundo FLECK (1986), há que se distinguir uma esfera de especialistas particulares, que constituem o ponto central deste círculo, e outra de especialistas gerais, que trabalham com problemas semelhantes. Já no exotérico, encontra-se toda uma gama de "diletantes instruídos". Um grupo exotérico não tem relação direta com o grupo esotérico. A relação é indireta e se dá através das várias formas que o grupo esotérico emprega para disseminar sua produção. Há ainda que se considerar o saber especializado e o saber popular e, paralelamente, a ciência de revista e a ciência de manual que, juntas, para FLECK (1986), constituem a ciência especializada. Retomarei mais adiante o

papel que desempenham as revistas, manuais e livros didáticos na circulação intercoletiva de idéias.

A circulação intercoletiva de idéias será menor quanto mais intensa for a diferença entre estilos de pensamento. Coletivos cujos respectivos estilos de pensamento possuem pouca afinidade entre si tendem a considerar as idéias defendidas pelo grupo oposto como estranhas, chegando mesmo a não considerá-las, ignorando-as (FLECK, 1986). Por exemplo, as idéias do estilo de pensamento de um jurista são completamente estranhas para o conhecimento específico de um físico nuclear.

FLECK (1986) relata, ao descrever, no primeiro capítulo de seu livro, a passagem do conceito de sífilis que uma comunidade de pensamento possuía, para uma outra, que, em cada passo houve uma **metamorfose** e uma mudança harmoniosa em consonância com o estilo de pensamento do novo coletivo. A disposição para um outro perceber orientado oferece novas possibilidades de pesquisa e cria fatos novos. Este autor afirma que **este é o significado epistemológico mais importante da circulação de pensamento intercoletiva**.

Para FLECK (1986), portanto, toda circulação intercoletiva de idéias tem por conseqüência um deslocamento, uma transformação dos valores dos pensamentos. Enquanto no interior de um coletivo há um reforço dos valores do pensamento, a circulação intercoletiva leva a uma ampla gama de variações destes valores, desde pequenas variações de tons, até uma mudança completa de sentido e, por vezes, a sua completa destruição. Neste contexto, continua o autor, as palavras constituem um objeto especial na circulação intercoletiva, pois a todas elas se acham agregados tons estilísticos que mudam quando circulam intercoletivamente e isto leva a uma certa variação de seu significado. Cita, como exemplo, as palavras "força" ou "energia". Ouvidas por um físico, um filósofo ou um desportista dentro do estilo de pensamento de seus respectivos coletivos, estes termos adquirem significados distintos. Argumento que, de maneira semelhante, para o contexto desta pesquisa, a palavra "bomba" pode adquirir distintas compreensões quando ouvida por leigos formados e não formados, por um mecânico e por um soldado.

*A comunicação não ocorre nunca sem transformação e sem que se produza uma relação de acordo com o estilo, que intracoletivamente se traduz em um reforço e intercoletivamente em uma mudança fundamental do pensamento comunicado (FLECK, 1986, p.158).*

BACHELARD (1978), ainda que em uma outra perspectiva epistemológica, também chama a atenção para este caráter polissêmico das palavras e o que isto significa no processo de ensino-aprendizagem. Mais recentemente, a partir de meados da década de 70 do século passado, pesquisas no âmbito das chamadas concepções alternativas (PFUNDT, H. e DUIT, R., 1994) têm mapeado as representações ou concepções de estudantes a respeito de conceituação científica. Os resultados destas investigações indicam que, de fato, há significados distintos no emprego de uma mesma palavra que designa um determinado conceito científico.

Na circulação de idéias, os textos desempenham importante papel. Fleck chama a atenção para a necessidade de se fazer uma distinção entre a **ciência de revista** e a **ciência de manual** que, juntas, constituem a ciência especializada, e a **iniciação científica** que ocorre através de métodos pedagógicos e de livros didáticos.

Para o contexto deste trabalho, passo a designar de manuais aqueles livros destinados ao ensino de superior, mantendo assim, a denominação de Fleck, uma vez que, para ele, em princípio, os manuais são destinados à formação de especialistas do círculo esotérico. Livros didáticos foram organizados para subsidiarem o processo ensino-aprendizagem na escola fundamental e média, isto é, para a disseminação do conhecimento em círculos exotéricos.

FLECK (1986) argumenta que do saber especializado cuja comunicação esotérica ocorre através de revistas e de manuais deriva o que ele denomina de saber popular, a ciência popular. Este saber se destina a círculos mais amplos, ou seja, para os não especialistas, para os diletantes adultos e com formação geral. A veiculação deste saber popular tem como uma de suas formas comunicativas as edições populares. Estas edições têm, segundo este autor, características que a distinguem das edições que veiculam o saber especializado,

tais como: a omissão de detalhes, de concepções discutíveis, seguidas de uma simplificação artificial, mas artisticamente atrativa como forma de persuadir o leitor. Quanto mais o saber exotérico se encontra afastado do esotérico, mais recursos gráficos são utilizados, embora no saber especializado o grafismo também auxilie o especialista para fazer suas idéias compreensíveis aos outros. Entretanto, enfatiza este autor, o que inicialmente se caracterizava como um meio adquire uma meta do conhecimento, assim como argumentou SUTTON (1996) acaba se constituindo em um sistema de rotulação.

Finalmente, o saber popular para Fleck tem como um dos objetivos formar a opinião pública e a concepção de mundo. Por todas estas características, a ciência popular não é considerada por ele como uma ciência que se preste à iniciação científica, mas que tem importância na circulação intercoletiva de idéias. Argumenta ainda que, contrariamente à ciência popular, a ciência de manual exige uma sinopse crítica em um sistema ordenado. Fleck reconhece que a iniciação científica ocorre segundo métodos pedagógicos próprios e são os livros textos que se prestam a esta iniciação.

FLECK (1986) argumenta que a forma como Wassermann escreveu sobre a sífilis pode ser caracterizada como ciência de revista, e a realização de tal tarefa implica em algumas dificuldades. Não é possível se organizar um todo orgânico a partir dos fragmentos das anotações pessoais. Estas contêm distintos pontos de vista e de métodos de trabalho contraditórios e incongruentes. Assim como também não é possível se organizar um manual pela simples junção de artigos de revistas.

*Só mediante a migração sócio-intelectual dos fragmentos pessoais do saber dentro do círculo esotérico, combinada com o efeito retroativo do exotérico, se podem transformar ditos fragmentos pessoais e **não aditivos em impessoais e aditivos** (FLECK, 1986, p.166, grifo meu).*

Fleck parece estar considerando os aspectos relativos tanto à formulação estruturada da produção de conhecimento científico, caracterizada e explicitada nos manuais, quanto aqueles relativos aos trabalhos desenvolvidos e que não estão articulados explicitamente com modelos ou teorias explicativas

aceitos e compartilhados pelos pares. Este autor está chamando a atenção para o caráter provisório de muitos dos resultados deste tipo de investigação presente em publicações de periódicos. Daí a sua denominação de ciência de revista, na medida em que nem todos se articularão com conhecimentos aceitos e estruturados, presentes nos manuais. Neste fato reside a característica que Fleck está chamando de não aditiva de ciência de revista. No entanto, parece estar havendo desconsideração daqueles trabalhos que não só virão a compor modelos e teorias como aqueles que os propõem.

É a seguinte a linha de argumentação de FLECK (1986) sobre as características do que ele denomina de ciência de revista e de ciência de manual, bem como as relações entre elas. A ciência de revista tem como característica o caráter pessoal e provisório do conhecimento. Todo trabalho de revista contém na introdução ou conclusão uma conexão com a ciência de manual como prova de que o autor aspira incorporar seu artigo em um manual e de considerar sua posição presente, como provisória. É característica da provisoriedade da ciência de revista a cautela, "*parece ser possível*", "*procurei demonstrar que*" etc..

Entretanto, na ciência impessoal de manual, conforme destaca FLECK (1986), encontram-se as expressões "*tem sido afirmado que*", "*isto existe e isto não*",.... É como se o investigador respeitável quisesse exigir do coletivo de pensamento ao qual pertence a elaboração coletiva de dito trabalho. Como se fosse consciente de que só a circulação intracoletiva de pensamento pudesse fornecer-lhe a certeza e superar, assim, a sua insegurança e cautela.

O segundo aspecto, apontado por FLECK (1986), o caráter pessoal da ciência de revista, tem relação com o caráter provisório, na medida em que a fragmentação dos problemas, a contingência da matéria, os detalhes técnicos concretos e o caráter único e novo (inédito) da matéria unem-se com seu autor. Cada autor é consciente disto, mas ao mesmo tempo sente que cada elemento pessoal de seu trabalho é uma deficiência, portanto geralmente quer fazer desaparecer sua pessoa. O característico "nós" em vez de "eu" é uma inovação disfarçada do coletivo. Tal discrição e cautela caracterizam a modéstia específica da pessoa do investigador, a obrigação de estar em segundo plano.



Da ciência de revista provisional, incerta, pessoal e não aditiva surgirá, mediante a circulação intracoletiva de pensamento, a ciência de manual. Entretanto, FLECK (1986) enfatiza que um manual não é organizado a partir de uma soma ou coleção de artigos, pois tal empreendimento é impossível, uma vez que as publicações muitas vezes se contradizem entre si, e, em segundo lugar, porque essa soma não proporcionaria um sistema fechado e derivado de um plano que elege uma ordenada combinação do que deve ser tomado como conceitos básicos, como métodos, e nem quais investigações devem ser selecionadas e quais devem ser relegadas ao esquecimento para formar uma linha programática.

FLECK (1986) afirma que, a partir da história da reação de Wassermann, descobriu o processo pelo qual a ciência de revista pessoal e provisional se transforma em ciência de manual, coletiva e válida. Destaca que esse processo de transformação aparece primeiro com a mudança do significado dos conceitos e com uma reformulação do problema e, depois, como uma acumulação da experiência coletiva, quer dizer, o surgimento de uma disposição especial para um perceber orientado e uma elaboração específica do percebido. Afirma que parte da circulação esotérica das idéias se consuma já dentro do próprio investigador quando ele dialoga consigo mesmo, examina os prós e os contras, compara e decide. FLECK (1986) argumenta que quanto menos a decisão do pesquisador se acomoda na ciência de manual, quanto mais original e audaz seja o estilo de pensamento pessoal, mais demorará a consumação do processo de coletivização de seus resultados.

Na ciência de manual, segundo FLECK (1986), a idéia adquire um valor supra-individual e se converte em axioma e em pauta do pensar. Cita, dentre outros exemplos, o conceito moderno de elemento químico construído sobre as relações de peso. Este conceito é o resultado de um trabalho coletivo autêntico, surgido na circulação esotérica de pensamento a partir de trabalhos individuais, entretanto, ficou convertido em ciência de manual sistemática e como resultado de um conhecimento individual. Estas características apontadas por FLECK (1986), também chamaram a atenção de SUTTON (1996) no que se

refere à ciência dos livros didáticos, uma vez que ele a caracteriza como um conhecimento “desumanizado” e veiculado segundo um sistema de rotulação.

Nas considerações que farei no capítulo IV sobre aspectos históricos que contextualizam as explicações para o movimento do sangue no corpo humano, estarei localizando e caracterizando: 1- os estilos de pensamento que permearam as interpretações de Galeno e de Harvey; 2- as complicações e a dinâmica da circulação intercoletiva de idéias que levaram à transformação do estilo de pensamento galênico e a instauração da proposição de Harvey.

No capítulo V, a circulação intercoletiva de idéias será considerada quando da análise dos manuais e livros didáticos. Materiais estes elaborados com o objetivo de disseminar conhecimentos. A circulação intercoletiva de idéias será considerada também por ocasião da análise da prática dos professores de ciências e de biologia. Estes professores são representantes de um determinado coletivo de pensamento que, em suas aulas, ao veicularem o conhecimento, fazem a mediação entre ele e os alunos.

## CAPÍTULO III

### PROCEDIMENTOS PARA OBTENÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Em outro trabalho (DELIZOICOV, N. 1995) onde investiguei a interação do professor de ciências com o livro didático, utilizei procedimentos que serão resgatados nesta pesquisa. Trata-se de uma articulação entre a análise de textos didáticos e a entrevista semi-estruturada com um grupo de professores. A partir dos livros didáticos, localizei um extrato que é empregado para a elaboração de um instrumento que direciona a entrevista com os professores. Os livros, objeto de análise desta tese, referem-se àqueles destinados ao ensino fundamental e ao ensino médio e, manuais utilizados na educação superior, isto é, na formação de professores de biologia. Para este trabalho, se fez necessário, também, um resgate de dados históricos para caracterizar os estilos de pensamento que se sucederam e permearam as interpretações sobre o movimento do sangue. A fonte bibliográfica para o resgate histórico incluiu livros, revistas e artigos tanto da área da medicina quanto da biologia.

A análise dos livros, dos dados históricos e das entrevistas foi subsidiada pela análise de conteúdo com apoio em BARDIN (1977). Segundo o autor, este tipo de análise envolve três momentos: a pré-análise, que se refere à organização do material, caracterizada neste trabalho como os procedimentos que levaram à seleção de todo o material a ser examinado; o momento que se destina à descrição analítica que engloba um estudo orientado por pressupostos e referencial teórico, que, nesta tese, se reflete na descrição da análise dos dados obtidos e a sua sistematização à luz das categorias estabelecidas a partir do referencial teórico; e a interpretação inferencial que está relacionada com a reflexão e a intuição. As relações e conexões são estabelecidas nesta etapa do

trabalho, com o objetivo de procurar elucidar aspectos mais latentes do estudo realizado.

Para a obtenção das informações desejadas, foi realizado o seguinte percurso: localização de referências bibliográficas relativas à história do desenvolvimento do conceito de movimento do sangue no corpo humano; seleção de livros destinados à educação fundamental, média e superior; seleção de professores para compor um grupo a ser investigado; organização das entrevistas realizadas com os professores selecionados.

### **III.1. – Seleção dos Livros Didáticos**

#### **III.1.1. - Ensino Fundamental**

Nas escolas públicas, os professores escolhem o livro didático para seus alunos a partir de um “Guia de Livros Didáticos - Programa Nacional do Livro Didático – GLD-PNLD”,<sup>5</sup>. Este material é organizado a partir das análises realizadas por uma equipe de especialistas na área de ensino de ciências naturais contratada pelo Ministério de Educação e Cultura - MEC. Os especialistas analisam aqueles livros e/ou coleções de livros apresentados pelas respectivas editoras. Após a análise, os livros selecionados para constarem do “Guia” recebem ainda menções valorativas acompanhadas de símbolos, ou seja, livros Recomendados com Distinção (\*\*\*) , apenas Recomendados (\*\*) e Recomendados com Ressalvas (\*). Desta forma, optei por seguir esta ordem ou hierarquização para identificar os livros a serem utilizados neste trabalho. Tomei como fonte de referência o “Guia de Livros Didáticos - 5ª a 8ª séries, PNLD, 1999”, - GLD-PNLD - em vigor na ocasião da seleção dos livros. Inicialmente localizei os livros didáticos destinados à 7ª série, etapa em que se estuda o corpo

---

<sup>5</sup> Há depoimentos de professores afirmando que nem sempre o livro por eles escolhido é aquele que chega à escola.

humano, conforme a distribuição dos conteúdos pelos programas oficiais. No - GLD-PNLD (1999), constam seis livros da 7ª série, entre estes, nenhum deles está Recomendado com Distinção (\*\*\*). Apenas um está Recomendado (\*\*), trata-se do livro, **Ciências – Entendendo a Natureza – O Homem no Ambiente**, SILVA JR., C; SASSON, S.; SANCHES, P. S. B. (1998)., editora Saraiva. Este livro foi por mim selecionado para ser examinado.

Os cinco livros restantes estavam Recomendados com Ressalvas (\*). Como optei por uma amostra de 50% dos livros indicados, precisei selecionar mais dois livros dentre estes. O critério que adotei para este segundo momento se baseou nos pareceres contidos no GLD-PNLD (1999). Para o livro **O Corpo Humano**, Carlos Barros e Wilson Paulino, editora Ática, havia uma observação sobre a qualidade das ilustrações que me chamou a atenção, uma vez que estas constituem um dos elementos a ser por mim observado quando da análise dos livros. Este livro foi então selecionado em função do seguinte parecer:

[as ilustrações] ... *“são bem dimensionadas, pertinentes e de boa qualidade gráfica. Além dos desenhos e esquemas, encontram-se ilustrações fotográficas e figuras contendo exemplos de situações do cotidiano, aproximando a teoria da realidade (G.L.D. 5ª a 8ª séries, PNLD, 1999, p.371).*

O livro **Ciências – Corpo Humano**, Ayrton Marcondes e José Carlos Saraiego, editora Scipione, foi selecionado em função de uma informação sobre a questão da linguagem e da interlocução do texto com o leitor: ... *linguagem adequada ... existe uma interlocução entre o texto e o leitor e um constante estímulo ao raciocínio dos alunos (G. L. D. 5ª a 8ª séries, PNLD, 1999, p. 376).*

Este aspecto mostrou-se relevante na medida em que, na análise dos livros, busco, também, identificar se há uma interlocução com o leitor para o exame das ilustrações e das analogias.

### **III.1.2. - Ensino Médio**

A seleção dos livros didáticos destinados ao ensino médio se deu a partir da bibliografia sugerida pela Comissão Permanente para o Vestibular - COPERVE – da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Uma consulta ao site <http://www.coperve.ufsc.br> forneceu as bibliografias sugeridas para os exames vestibulares de 1999 a 2002. Esta opção para a definição dos livros deve-se ao fato de que os professores, particularmente do município de Florianópolis, participantes desta investigação, atuam no ensino médio e podem estar fazendo uso destes livros, pois, neste nível de ensino, encontram-se alunos que têm expectativas de ingressar na UFSC. Além disso, o grupo de professores é relativa aos formados pela UFSC, e, portanto, aqueles formados mais recentemente podem ter consultado tal bibliografia por ocasião de seus estudos para o exame vestibular. As recomendações bibliográficas constam no quadro apresentado na página seguinte:

## VESTIBULARES - UFSC

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	1999	2000	2001	2002
1- AMABIS, M. <b>Biologia Moderna</b> . SP. Ed. Moderna	X	X	X	X
2- CLEFFI, N. M. <b>Curso de Biologia</b> . SP. Ed. Harbra, v.1,2,3	X	X	X	X
3- GOWDAK, D. MATTOS, N. S. <b>Biologia</b> . SP. Ed. Scipione, v.1,2,3.	X	X	X	X
4- LOPES, S. <b>Biologia</b> . Ed. Saraiva, v. verde, azul, amarelo.	X	X	X	X
5- SILVA, JR. C. & SASSON, S. (1996) <b>Biologia</b> . SP. Ed. Saraiva	X	X		
6- SOARES, J. LUIZ. <b>Biologia</b> . SP. Ed. Scipione, v.1,2,3;	X	X	X	X
7- CIÊNCIA HOJE	X	X	X	X
8- MORANDIN, C. e BELLINELLO. <b>Biologia</b> . SP. Ed. Atual, v. único.			X	X
9- UZUNIAN, A. <b>Biologia</b> . SP. Ed. Harba, v. 1,2,3.			X	X
10- PAULINO, W. R. <b>Biologia</b> . SP. Ed. Ática, v. único.			X	X
11- LINHARES, S. e GEWANDSNAJDER, F. <b>Biologia</b> . SP. Ed. Ática			X	X

X – indicado como bibliografia para o vestibular do ano.

Na Bibliografia fornecida pela COPERVE, não consta o ano de edição dos respectivos títulos.

Entre os cinco títulos que permanecem na referência bibliográfica para os últimos quatro anos foram selecionados, aleatoriamente, três livros: 1- **Fundamentos da Biologia Moderna**, José Mariano Amabis e Gilberto Rodrigues Martho, editora Moderna; 2- **Biologia**, Demétrio Gowdak e Neide S. de Mattos, editora FTD; e – 3- **Biologia**, José Luís Soares, editora Scipione. Entre os quatro livros inseridos na referência bibliográfica a partir do ano 2001, foram selecionados dois, também, aleatoriamente, são eles, **Biologia Hoje**, Sérgio Linhares e Fernando Gewandsznajder, editora Ática; e **Biologia**, Wilson Roberto Paulino, editora Ática. Estes livros foram examinados segundo os mesmos procedimentos utilizados para os livros do ensino fundamental.

### III.1.3. – Ensino Superior

Foi solicitado aos professores entrevistados, tanto do ensino fundamental quanto do ensino médio, que indicassem livros relativos às disciplinas de anatomia e de fisiologia humana por eles utilizados na graduação em Ciências Físicas e Biológicas. Foi enfatizado que não se tratava de uma solicitação de planos de ensino e nem de toda a bibliografia indicada pelos professores das respectivas disciplinas, mas sim daqueles livros nos quais eles se basearam ao se preparar para as provas e demais atividades solicitadas.

Dos livros indicados por estes professores por ocasião das respectivas entrevistas, foram selecionados os seguintes: 1- **Anatomia Humana Básica dos Sistemas Orgânicos** - DANGELO & FATTINI, 1985, Rio de Janeiro, editora Atheneu; 2- **Tratado de Fisiologia Médica** – GUYTON & HALL, 1997, Rio de Janeiro, editora Guanabara Koogan, nona edição; 3- **Fisiologia**, AIRES, M. M., 1991, Rio de Janeiro, editora Guanabara Koogan. Dois professores citaram o livro de anatomia acima mencionado. Quanto aos livros de fisiologia, dois professores indicaram o livro de Guyton e apenas um o de Aires. Dois professores deixaram de indicar os livros solicitados. Sendo assim, um mesmo professor indicou dois livros, um de anatomia e outro de fisiologia.

Na tabela que segue, constam os livros e os respectivos capítulos relativos à abordagem do movimento do sangue no corpo humano, que foram examinados pontualmente segundo os aspectos estabelecidos para os demais livros.



## LIVROS SELECIONADOS

### ENSINO FUNDAMENTAL

- |   |  |
|---|--|
| 1- BARROS e PAULINO (2001) <b>O Corpo Humano</b> . SP. Ed. Ática.   | Capítulo - 11-, - <b>Circulação</b> , p. 123-133.<br>Cap.9. p.97-111; cap.10, p.112-122; cap.13, p.141-146.        |
| 2- MARCONDES e SARAIEGO (1998). <b>Ciências – Corpo Humano</b> - SP. Ed. Scipione.                              | Capítulo – 7-, - <b>Sistema Circulatório</b> , p. 65-75.<br>Cap. 5, p.47-56; cap. 6, p. 57-64; cap. 8, p.66-83.    |
| 3- SILVA; SASSON; SANCHES, 1998. <b>Ciências Entendendo a Natureza – O Homem no Ambiente</b> ; SP. Ed. Saraiva. | Capítulo - 2-, <b>A Circulação</b> , p. 92-106.<br>Cap. 3, p.55-66; unidade 3, cap. 1, p.76-84; cap. 4, p.117-127. |

### ENSINO MÉDIO

- |  |   |
|--|---|
| 4- AMABIS e MARTHO (1999). <b>Fundamentos da Biologia Moderna</b> . SP. Ed. Moderna. | Capítulo – 20 -, <b>Circulação, Respiração e Excreção</b> , p.404-427.<br>Cap. 19, p. 389-399.  |
| 5- GOWDAK e MATTOS (1991). <b>Biologia</b> . SP. Ed. FTD.                            | Unidade 6–2 <b>Mecanismos de Transporte – Circulação no Homem</b> , p.251-253.<br>Unidade 6-1,p.237-244, unidade 6-3, p. 258-261.           |
| 6 LINHARES e GEWANDSZNAJDER (1998). <b>Biologia Hoje</b> . SP. Ed. Ática.            | Capítulo 25- <b>Circulação: o Transporte de Substâncias</b> , p. 313-325.<br>Cap. 23, p. 283-296; cap. 24, p. 300-309; cap. 26, p. 326-336. |
| 7- PAULINO (2000). <b>Biologia</b> . SP. Ed. Ática.                                  | Módulo 54, <b>Fisiologia Animal (Circulação)</b> , p.248-251.<br>Módulo 52, p. 237-241; módulo,53, p. 242-246; módulo 55, p. 252-255.       |
| 8—SOARES (2001). <b>Biologia</b> . SP. Ed. Scipione.                                 | Unidade 5, <b>Anatomia e Fisiologia Comparada-Circulação e Transporte</b> , p. 123-147.   |

### ENSINO SUPERIOR

- |  |   |
|--|---|
| 9- DANGELO & FATTIN. (1984). <b>Anatomia Humana Básica dos Sistemas Orgânicos</b> . RJ. Ed. Atheneu. | Capítulo VIII – <b>Sistema Circulatório</b> , p.89-105.<br>Cap. VIII, IX, X, e XI.                              |
| 10- GUYTON & HALL. (1997). <b>TRATADO DE FISIOLOGIA MÉDICA</b> .RJ. Ed. Guanabara Koogan S. A        | Cap. 9, O Músculo Cardíaco: O Coração como uma Bomba, p. 147.<br>Cap. 16, 26, 36, 38, 62.                       |
| 11- AIRES, M.M. (org). (1999). <b>FISIOLOGIA</b> . RJ: Ed. Guanabara Koogan, S.A.                    | Cap. 31, Estrutura e Função do Sistema Cardiovascular, LACCHINI e IRIGOYEN (1999).<br>Cap. 35, 36, 40, 48 e 64. |

### III.2. Análise dos Livros

A análise dos livros do ensino fundamental e do ensino médio teve dois objetivos: 1º- fornecer um panorama de como o movimento do sangue no corpo humano é apresentado nestes materiais; e 2º- a partir dos resultados obtidos, estruturar as entrevistas realizadas com os professores. Já a análise dos livros do ensino superior teve como objetivo verificar como é abordado o sistema sangüíneo humano nos materiais destinados à formação inicial dos professores para, a partir dos dados obtidos, estabelecer uma comparação entre as informações às quais o professor teve acesso na sua formação e aquelas informações presentes nos livros didáticos.

O exame dos livros foi orientado pelo pressuposto deste trabalho, qual seja: na disseminação do conhecimento escolar há carência de uma contextualização histórica que descaracteriza a significação com a qual os modelos explicativos foram propostos.

A análise dos livros dos três níveis de ensino pautou-se pelo exame dos seguintes aspectos: 1- Trajeto do Sangue - um Sistema Fechado; 2- Identificação de Analogias; 3- Identificação de Ilustrações e 4- A Interdependência entre os Sistemas do Corpo Humano.

O primeiro - **Trajeto do Sangue - um Sistema Fechado** - tem como objetivos verificar: **a** – se é estabelecida alguma relação entre o tipo de sistema fechado com o volume de sangue no corpo humano. Como será visto no capítulo seguinte, a relação da quantificação do volume de sangue com o sistema fechado para a manutenção deste volume foi um dos elementos fundamentais que contribuiu para que Harvey pudesse propor seu modelo explicativo e que alterou radicalmente a concepção e o modelo anterior, o de Galeno. **b** – Se há referência à interpretação do modelo anterior, que previa um sistema aberto bem como sua relação com o volume de sangue no organismo. A interpretação de Galeno previa um sistema aberto, o que demandava uma produção incessante de sangue

atribuída por ele ao fígado, a partir da transformação dos alimentos. c – Se há elementos que acenem para o processo de produção destes modelos.

O segundo e terceiro aspectos - **Identificação de Analogias e de Ilustrações** – visaram verificar como estes elementos estão vinculadas ao conteúdo, ou seja, se há interlocução com o leitor para o exame destes elementos; se os mesmos visam apenas ilustrar o que está dito no texto ou ainda se, no caso das ilustrações, representam uma síntese do conteúdo. Estas informações são úteis na medida em que ajudam a obter informações dos professores sobre o uso que fazem das analogias e ilustrações presentes ou não no livro didático.

Nos livros do ensino superior, a identificação das ilustrações e das analogias teve como objetivo realizar uma comparação destas com aquelas veiculadas pelos livros didáticos do ensino fundamental e do ensino médio. O objetivo é estabelecer as diferenças e semelhanças que possam ser identificadas.

O quarto aspecto observado - **A Interdependência entre os Sistemas do Corpo Humano** – visou a verificar **como** são estabelecidas as relações entre os sistemas: *circulatório, digestório, respiratório e excretor* para, posteriormente, obter informações junto ao professor sobre sua formação e sua atuação para uma abordagem integrada destes sistemas. Como será visto no próximo capítulo, tanto Galeno quanto Harvey necessitaram fazer alguma articulação entre o sangue, os alimentos e a respiração para propor seu modelo explicativo sobre a produção e o trajeto do sangue.

Portanto, em cada um dos livros selecionados foram analisados, inicialmente, os capítulos relativos ao Sistema Sangüíneo Humano e, posteriormente, examinados pontualmente os capítulos referentes aos sistemas: *digestório, respiratório e excretor*, visando a identificar as relações estabelecidas entre estes sistemas e o circulatório. Os resultados são apresentados no capítulo V.

### III.3. - Seleção dos Textos

Após os resultados obtidos através da análise dos livros didáticos do ensino fundamental, foi selecionado um texto: Circulação, do capítulo 2, páginas 92 a 99, do livro - **Ciências – Entendendo a Natureza – O Homem no Ambiente** (SILVA JR., C; SASSON, S.; SANCHES, P. S. B. (1998). A escolha do texto se deu em função dele conter um maior número de analogias em relação aos outros dois livros analisados. O texto compôs o instrumento para a coleta de dados através de entrevista semi-estruturada com professores selecionados. Um estudo piloto foi realizado com o objetivo de se verificar a viabilidade do mesmo.

Da mesma forma, foi extraído um texto ao final da análise dos livros didáticos do ensino médio. O texto selecionado foi O Sistema Circulatório Humano, da unidade 5, páginas 135 a 138, do livro - **Biologia** (SOARES, 1997) da editora Scipione. Apesar dos livros analisados conterem um número menor de analogias e ilustrações em relação aos livros do ensino fundamental, analisados neste trabalho, o texto selecionado, explicitamente utiliza a analogia coração-bomba. O texto também compôs o instrumento para a obtenção de dados através de entrevista semi-estruturada realizada entre professores do ensino médio.

Os resultados da análise dos livros dos dois níveis de ensino e das entrevistas são apresentados de forma articulada onde são apontadas as semelhanças e diferenças identificadas nos aspectos examinados, assim como a posição dos professores sobre os mesmos.

Em seguida são apresentados dados relativos à formação dos professores a partir de informações obtidas nas entrevistas, como também pelo exame pontual realizado nos manuais utilizados no ensino superior. Os resultados encontram-se no capítulo V.

### **III.4. –Elaboração do Instrumento para Entrevista**

Para a obtenção de dados junto aos professores, optou-se pela entrevista semi-estruturada. Segundo LUDKE e ANDRÉ (1986), geralmente os profissionais da educação, como professores e diretores, são melhores abordados através de um instrumento mais flexível como é o caso deste tipo de aproximação. A entrevista semi-estruturada, segundo estas autoras, permite ao pesquisador solicitar esclarecimentos e realizar adaptações no encaminhamento da investigação para obter os dados desejados.

O instrumento para a realização das entrevistas foi composto por textos extraídos dos livros analisados; questões elaboradas previamente pelo pesquisador, que envolvem o conteúdo do texto; informações sobre o trabalho didático pedagógico do professor e aspectos da formação profissional. As entrevistas foram por mim realizadas, gravadas, transcritas e analisadas.

#### **III.4.1. – Roteiro das Entrevistas**

O texto extraído do livro didático e entregue ao professor para análise permite que, no primeiro momento da entrevista ao ser solicitado a explicitar seu parecer, o professor inicie sua fala baseando-se em algo que lhe é familiar, ou seja, o texto que ele examinou e que faz parte de material que também lhe é familiar, o livro didático. Isto permite ao entrevistado falar livremente e, ao pesquisador, perceber tendências espontâneas, que serão exploradas solicitando-se maiores esclarecimentos para a obtenção dos dados desejados.

A primeira questão formulada aos professores: “Qual seu parecer sobre o texto” visa, no primeiro momento, estabelecer uma aproximação entre o pesquisador e o entrevistado. Este procedimento pode fazer com que o professor sinta que suas opiniões são de interesse para o pesquisador, quaisquer que

sejam elas. Esta fala livre pode conter elementos importantes sobre suas concepções e práticas como também respostas a questões mais diretivas, que podem deixar de ser formuladas. Neste primeiro momento, o pesquisador, ao dialogar com o professor, solicita maiores esclarecimentos sobre pontos que julgar importante.

A segunda questão: “Como você trabalha os conteúdos relativos ao movimento do sangue no corpo humano” ou “Como você trabalharia este texto”, visa obter informações relativas ao uso de analogias, de ilustrações e, ainda, das relações estabelecidas entre os sistemas do corpo humano durante as atividades didático-pedagógicas. Se estas informações não emergirem da fala do professor, questões mais diretivas são formuladas.

A terceira e quarta questões referem-se à formação do professor: “Como foram as suas aulas de anatomia no que diz respeito ao sistema sangüíneo?” Em seguida, questão semelhante para as aulas de fisiologia. Estas questões visam a obter informações sobre em que bases o professor se apóia, ou não, para desenvolver suas atividades em sala de aula.

Na quinta e última questão, é solicitado ao professor títulos daqueles livros que, presentes na bibliografia recomendada para as disciplinas de anatomia e fisiologia humana, lhes serviram como base para a realização de estudos e atividades solicitadas.

### **III.5. – Os Professores**

O grupo de professores a ser investigado foi constituído por docentes licenciados pelo Curso de Ciências Biológicas da UFSC. Aqueles que foram selecionados, com exceção de um, estavam no início de um processo de formação continuada, promovido pela Secretaria Municipal de Educação de São José, Grande Florianópolis, caracterizando, portanto, um grupo intencional. Foram entrevistados professores que lecionavam a disciplina de ciências no ensino

fundamental e outros que lecionavam a disciplina de biologia no ensino médio. Ao final da pesquisa totalizou-se seis professores, três de cada nível de ensino, uma vez que já estava ocorrendo repetição sistemática dos dados desejados para este trabalho.

O contato com os professores do ensino fundamental aconteceu durante o primeiro dia do curso. Estes professores indicaram para fazer parte da investigação um professor que não estava participando do referido curso. O contato com professores atuantes no ensino médio se deu também por ocasião do reinício de outro curso de formação continuada, promovido pela mesma Secretaria de Educação.

A cada um dos professores foi solicitada a colaboração para a pesquisa e informado que eles deveriam previamente examinar um texto. Foi lhes dito ainda que os respectivos pareceres seriam posteriormente por eles explicitados durante uma entrevista individual, ocasião em que cada professor preencheria uma ficha contendo dados pessoais e dados sobre a sua formação acadêmica. Foi-lhes informado que a entrevista seria por mim gravada, transcrita, retornada a eles para serem examinadas e, finalmente, por mim analisada. Foi mencionada a necessidade do sigilo absoluto, de ambas as partes, isto é, do pesquisador e do entrevistado. Os professores prontamente concordaram em prestar colaboração. O referido texto foi entregue individualmente a cada professor e em momentos distintos. O tempo necessário para examinar o texto, o dia, o horário e o local para a realização da entrevista foi determinado por cada professor. Algumas entrevistas foram realizadas nos respectivos locais de trabalho dos professores e outras nas dependências da UFSC. Os resultados obtidos a partir da análise das entrevistas encontram-se no capítulo V.

## **CAPÍTULO IV**

### **AS INTERPRETAÇÕES SOBRE O TRAJETO DO SANGUE NO CORPO HUMANO**

Este capítulo tem como objetivo apresentar os modelos explicativos que foram elaborados ao longo do tempo para a compreensão do trajeto do sangue no corpo humano. Na perspectiva epistemológica adotada, esses modelos acabaram compondo distintos estilos de pensamento médico, os quais serão caracterizados em seus principais aspectos.

#### **IV.1 – O Estilo de Pensamento Galênico**

Para uma melhor compreensão das idéias de Galeno sobre o trajeto do sangue no corpo humano, alguns dados sobre sua formação, personalidade, visão de mundo e crenças relativas à sua época fazem-se necessários.

Cláudio Galeno (c.130-200 d.C.), considerado como o último grande médico da medicina antiga, era filho de arquiteto e nasceu em Pérgamo, cidade situada na costa Egea da Ásia Menor. Ali iniciou seus estudos médicos com professores locais. Entre eles, um era anatomista e outro ligado à concepção hipocrática de medicina. Posteriormente, dirigiu-se a Corinto e Alexandria para seguir seus estudos. Quando retornou a Pérgamo, por volta de 157-158 d.C., já era um médico bem conceituado e foi escolhido para ocupar o disputado cargo de médico dos gladiadores, e, cuidando das feridas dos soldados, foi ampliando seus conhecimentos (SMITH, [1975]1977; NAMORA, 1989).



Em 162 d.C., Galeno deixou Pérgamo para se instalar em Roma, no início do reinado do imperador estóico Marco Aurélio, e, à procura de fortuna, dedicou-se à lucrativa prática da medicina (SINGER, [1956] 1996; BERNAL, 1975). Os romanos, interessados em atrair médicos de origem estrangeira, chegaram a conceder cidadania aos médicos de origem grega, os quais gozavam de alta reputação. O dia de um médico em Roma começava ao alvorecer quando ele se dirigia ao átrio do Templo da Paz onde, dentre outros, 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. Suas interpretações foram aceitas por médicos, seus contemporâneos, e por aqueles que o sucederam, atravessando a Idade Média até o século XVIII.

Ainda que o nome Galeno quisesse dizer “o calmo, o doce”, sua personalidade em nada conferia com tais atributos. Conforme NAMORA (1989) e TATON (1959), ele era polêmico, ambicioso, enérgico e hábil para valorizar seus êxitos. Seus conceitos sempre tinham um cunho ostensivo e pessoal. 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, que adquiriu boa reputação entre os romanos das classes mais elevadas. Como era um médico bem conceituado, muitos outros médicos dele se aproximavam para receber ensinamentos. Era dotado de um grande poder persuasivo o que acabou, também, contribuindo para que seu sistema explicativo, ajustado à visão de mundo da época, se instaurasse.

Galeno era um leitor voraz cuja postura intelectual pode ser considerada eclética. Neste sentido, passo a considerar aspectos da circulação intercoletiva de idéias que contribuíram para Galeno compor sua visão de mundo e seu estilo de pensamento médico.

#### IV.1.1. – O Papel da Circulação Intercoletiva de Idéias

Galeno era um grande leitor de Hipócrates, Aristóteles, Platão e dos estóicos. Dizia não pertencer a qualquer escola clássica, uma vez que não era totalmente peripatético, platônico ou epicúreo. Das doutrinas que o antecederam, sempre escolheu aquilo que julgava procedente e que estivesse de acordo com suas convicções. A fama que desfrutava atraía uma gama de admiradores assim como de adversários (SMITH, [1975] 1977; SINGER,[1956] 1996; TATON 1959).

As concepções de Galeno derivam de conhecimentos académicos de anatomia, de fisiologia e de uma visão de mundo assentada em crenças mantidas pela tradição conforme destaca BERNAL (1975).

*...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 nervos, o **coração como origem do calor** e os **pulmões como foles de arrefecimento**, ... iria constituir a base das crenças humanas acerca ... do ... microcosmo - durante mais de mil anos, exatamente como a cosmologia aristotélica seria a base das crenças acerca do mundo maior dos céus (BERNAL, 1975, p. 237, grifo meu).*

A questão dos espíritos ou pneumas, da alma, do calor inato, o resfriamento do sangue pelo ar que penetra nos pulmões constituíam idéias que permearam interpretações antigas a respeito do corpo humano.

A idéia dos espíritos ou pneumas, por exemplo, pode ser encontrada na escola de Alexandria, fundada em fins do século IV a.C., que foi considerada digna sucessora do Liceu de Aristóteles (SINGER, [1956] 1996; BERNAL 1975). Nesta escola, a anatomia e a fisiologia foram instituídas como disciplinas por dois famosos professores, Herófilo de Calcedônia (c.300 a. C) e Erasítrato de Quios (c. 260 a C), respectivamente, anatomista e fisiologista, que atuaram na primeira

metade do século III a C. O primeiro deles fazia referência a quatro forças ou almas (nutritiva, perceptiva, termal e faculdade do pensamento) que habitavam o corpo dos animais que possuíam sangue; já, o segundo, Erasítrato, considerava que apenas dois espíritos vitais ou pneumas davam vida ao corpo. Entretanto, a noção de uma “entidade” responsável pela manifestação da vida é ainda anterior a estes dois alexandrinos. Em Aristóteles (384-322 a C.) encontra-se a noção de alma como uma característica das coisas vivas, como o princípio da vida, como fonte de movimento. A alma, na concepção aristotélica daria início ao movimento do corpo.

Quero aqui destacar o papel das protoidéias e da circulação intercoletiva de idéias. A noção de que alguma “entidade” é responsável pela manifestação da vida em um ser vivo, ao passar de uma época à outra, de um coletivo de pensamento para outro, ganha alguns atributos e perdem outros. Isto se dá em função dos conhecimentos compartilhados, bem como do sistema de valoração e da linguagem própria dos coletivos de pensamento envolvidos na circulação das idéias, a qual comporta conhecimentos e práticas. No entanto, mesmo em diferentes interpretações, persistem idéias que estabelecem conexões ou relações de dependência entre distintos modelos explicativos. São as protoidéias presentes, portanto, na circulação intercoletiva de idéias. Como será visto mais adiante, esta noção de pneuma poderá ser interpretada como uma protoidéia contida em um outro estilo de pensamento.

O aspecto filosófico da anatomia de Galeno aparece mais claramente, segundo SINGER ([1956] 1996), na obra *“Usos das Partes do Corpo Humano”*. Seu postulado fundamental é o princípio teleológico que procede de Aristóteles. Segundo este princípio,

*o Ser supremo, criou todas as partes do corpo, de acordo com uma ordem preestabelecida; todos os nossos órgãos foram adaptados pela Providência às suas funções peculiares, ... (TATON, 1959, p. 189).*

Galeno aplicou a tese das causas finais no estudo dos organismos, realizando dissecações mais para tentar explicar a finalidade de cada órgão do

que para chegar ao conhecimento da estrutura do corpo. Galeno advogava que a alma necessitava dos órgãos para as manifestações da vida. A composição do corpo era para ele um fato, e a divina sabedoria e a finalidade universal, a teoria (RADL, 1988).

Na época de Galeno, apesar da existência dos sistemas epicúricos, gnósticos e neoplatônicos, a filosofia dominante assentava-se no sistema estóico, para o qual a astrologia era um dogma e as coisas eram determinadas por forças externas ao homem, estando a origem dessa determinação no firmamento. Todos estavam subordinados ao regimento dos corpos celestes, os quais controlavam o ciclo da vida humana (SINGER, [1956] 1996). A crença no microcosmo-macrocosmo atravessou épocas inteiras. Por exemplo, no caso da sífilis, a astrologia<sup>6</sup> teve um papel persuasivo sobre os investigadores daquela época (século XV), pois quase todos atribuíam à origem sideral a primeira e a principal causa dessa enfermidade contagiosa (FLECK, 1986).

O determinismo de Galeno não era estranho à concepção de mundo dos estóicos, no entanto, suas opiniões estavam longe de concordar com o estoicismo. Para Galeno tudo era determinado por um Deus cuja sabedoria podia ser percebida no corpo do homem. Para ele o conhecimento dos órgãos revelava mais a divindade do que qualquer mistério sagrado (SINGER, [1956] 1996).

A circulação intercoletiva de idéias, oriundas de distintos coletivos de pensamento, auxilia no entendimento da posição de Galeno. Em sua juventude este médico teve formação estóica. Assim, sua posição pode ser interpretada como intermediária entre o estoicismo e o cristianismo, uma vez que aceitava a Lei Natural da filosofia estóica, mas rejeitava sua tese astrológica; aceitava o Guia Divino - esquema cristão - mas rejeitava a idéia de milagre (SINGER, [1956] 1996).

---

<sup>6</sup> Para o pensamento astrológico "a conjunção de Saturno e Júpiter em 25 de novembro de 1484, sob o signo de Escorpião e na Casa de Marte, foi a causa do mal venéreo. O bom Júpiter sucumbiu diante dos malignos planetas Saturno e Marte. O signo de Escorpião, ao qual estão submetidas as partes sexuais, explica por que foram os genitais o primeiro ponto afetado pelas novas enfermidades" (FLECK, 1986, p. 46).

O pensamento de Galeno tinha certa atração pelo 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 pela atração que suas idéias exerciam sobre o ponto de vista cristão (SINGER, [1956] 1996). Esta foi uma questão determinante para o estabelecimento de seus conhecimentos e concepções que, ao se instalarem, tornaram-se dominantes na medicina, inclusive no seu ensino. Associado a este fato, está o caráter persuasivo de Galeno que exercia grande poder sobre as pessoas.

(Galeno) ... *suas teorias especulativas ... bem como a sua filosofia teleológica absorvidas na íntegra pela igreja nascente, constituem uma herança sinistra, que paralisou a investigação científica durante inúmeras gerações* (Lewinsohn, in SINGER, [1956] 1996, p. 15, grifo meu).

Galeno, um monoteísta confesso, baseava-se na Teoria do Espírito Geral do Mundo e no Princípio dos Pneumas. Tendo realizado inúmeras dissecações em animais, mais do que em corpos humanos, adaptou a medicina à rigidez da teologia que, concomitante com a astrologia, constituíam a visão de mundo daquela época.

Como dissertei no capítulo II, item II.3, um estilo de pensamento comporta uma visão de mundo, um corpo de conhecimento que tem a prática como um dos elementos que o legitima. No caso de Galeno, particularmente para o trajeto do sangue no corpo humano, vai sendo construído, ao longo do tempo, um modelo explicativo onde elementos de vários coletivos de pensamento se acham agregados. Esta possibilidade tem sua origem na circulação intercoletiva de idéias, isto é, na participação e na associação de idéias pertencentes a outros coletivos de pensamento.

Pode-se compreender porque em Galeno se encontram elementos do estilo de pensamento dos estóicos assim como do estilo de pensamento cristão, uma vez que, segundo Fleck (1986), há a possibilidade da assimilação por um coletivo, de idéias pertencentes a outros coletivos. Esta possibilidade depende do

grau de diferença ou de aproximação entre os estilos de pensamentos dos distintos coletivos de pensamentos. Estes graus podem variar de apenas algumas nuances entre estilos ou matizes, ou variedades e até diferenças entre os estilos de pensamento (FLECK, 1986). Essa comunicação extra-coletiva através da circulação intercoletiva de idéias é que permite que elementos de um estilo de pensamento possam ser traduzidos e assimilados por outros coletivos de pensamento.

As observações realizadas por Galeno foram, portanto, orientadas e restringidas pela sua visão de mundo, pelos pressupostos, pelos costumes e práticas contidas no estilo de pensamento, que é determinado histórica-sócio-culturalmente. A inserção num estilo se dá durante a fase de formação do indivíduo. É nesta fase, também, que se adquire a aplicação prática dos conhecimentos teóricos. Desta forma, o estilo de pensamento faz a mediação entre o sujeito cognoscente e o objeto, as conexões ativas e passivas interagem, uma está presente na outra.

A obra de Galeno, "*Sobre Procedimentos Anatômicos*", é, segundo SINGER ([1956] 1996), a que melhor representa seus conhecimentos anatômicos. Originalmente, foi constituída por dezesseis volumes, dos quais apenas nove sobreviveram no idioma grego e sete em versão árabe, sendo que estes volumes foram traduzidos para o alemão (SINGER, [1956] 1996).

Na época em que Galeno explicitou sua interpretação a respeito da origem, função e trajeto do sangue alguns conhecimentos já estavam disponíveis. Desses, uma parte foi considerado por Galeno, a outros ele se contrapôs, implementando alterações. Assim, a descrição de veias e artérias e a distinção entre elas já eram do conhecimento do anatomista alexandrino Herófilo de Calcedônia (c. 300 a C.).

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, eram fontes 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 este

fisiologista, dois pneumas – vital e animal – se imiscuíam no sangue para orientar as funções do organismo (SMITH, [1975] 1977; SINGER, [1956] 1996; KEY, 1979). Quanto às veias e artérias, para Erasístrato, as primeiras continham sangue e as artérias continham ar. Os nervos eram ocos e transportavam também um tipo de pneuma. Para este fisiologista, um sistema tríplice de vasos com tramas finas decorrentes de suas infinitas divisões se imiscuía no mais íntimo dos órgãos. Isto levou alguns estudiosos a inferir que Erasístrato postulou um tipo de anastomose. Sugere, ainda, que ele tenha dissecado corpos humanos. Há, também, a compreensão de que este fisiologista esteve bem perto de uma autêntica interpretação da circulação sangüínea (SMITH, [1975] 1977; SINGER, [1956] 1996; KEY, 1979).

No que se refere a Aristóteles, e particularmente a seus conhecimentos relativos ao sangue e seu movimento, encontram-se, também, algumas contribuições. Por exemplo, para ele o coração era o primeiro órgão a se formar e a se mover no embrião, e, a partir do sangue depositado no coração, o processo embrionário carregava consigo a “cristalização dos diversos órgãos do adulto. Para Aristóteles, no coração se concentrava a vida e o princípio da sensação. Sua fisiologia cardiocêntrica previa que os vasos sangüíneos originavam-se no coração e que este órgão era a fonte do calor corporal. Os ligeiros movimentos do coração de “empurrar e retrain” eram transmitidos a outras partes do corpo através de fibras conectadas a ele. O cérebro, um órgão auxiliar, teria a função de amenizar o calor e a ebulição do coração (SMITH, [1975] 1977; SINGER, [1956] 1996; RADL, 1988).

Galeno, no seu processo de investigação e realizando dissecações em animais, contrapõe-se a Aristóteles ao entender que os vasos partiam do fígado e não do coração; ao invés de quatro pneumas que habitavam o corpo, como pensava o alexandrino Herófilo, ou dois pneumas, segundo o também alexandrino Erasístrato, Galeno considerou a existência de três: o natural ou inato que se alojava no fígado, o pneuma vital que era abrigado no coração e o pneuma animal que se encontrava no cérebro. Esta concepção dos pneumas vai sustentar a interpretação que Galeno forneceu sobre o trajeto do sangue no corpo humano. No que se refere às artérias, Galeno, ao pinçar uma delas em dois extremos e

perfurar o seu centro, notou que a mesma continha sangue e não ar como previa Erasístrato (SMITH, [1975]1977).

A explicação fornecida por Galeno para o trajeto do sangue no corpo deriva de Erasístrato. Como ele, Galeno pensava que o pneuma ou princípio vital incorporado do mundo exterior no ato da respiração 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 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).

Galeno, por influência dos alexandrinos, defendia que os plexos cerebrais que havia observado durante a dissecação de animais segregavam o pneuma animal. Este pneuma orientava os movimentos voluntários e os fenômenos intelectuais. O sangue, impregnado desse pneuma, era distribuído através dos nervos que se supunha serem ocos (SINGER, [1956]1996; NAMORA, 1989). Para SMITH ([1975]1977). Galeno considerou o cérebro como fonte e centro das sensações e dos movimentos voluntários, reservando aos nervos a função de canais de comunicação. Assim como os alexandrinos e como Aristóteles, Galeno considerava que a fonte de calor para o corpo humano se encontrava no lado esquerdo do coração, e que esse calor era distribuído ao corpo pelas artérias (SMITH, [1975]1977).

Estes conhecimentos, que foram sendo elaborados e sintetizados ao longo do tempo, serviram de suporte para que Galeno fornecesse sua interpretação sobre a origem, a função e o trajeto percorrido pelo sangue no interior do corpo humano. Apesar de derivada de Erasístrato, a interpretação fornecida por Galeno representou um avanço em relação ao esquema desse fisiologista alexandrino.

O modelo de Galeno perdurou por cerca de 1500 anos. Uma das razões da extensão de suas idéias por um período tão longo deve-se à coerção de pensamento exercida sobre o coletivo dos médicos daquela época. Esta



coerção levou, ainda, os adeptos do galenismo do início da Idade Moderna a não admitirem as complicações que começaram a ser apontadas no modelo de Galeno, conforme será visto mais adiante. Esta resistência pode ser compreendida ao se considerar que a interação do sujeito, isto é, do médico galenista com o objeto de estudo é mediada por um estilo de pensamento que só faz enxergar o que está de acordo com pressupostos incorporados durante o seu processo de formação.

Galeno, tendo então como pressupostos estes aspectos oriundos de distintos coletivos, elabora uma síntese a respeito da origem, trajeto e movimento do sangue no corpo, que a seguir é apresentada.

#### **IV.1.2.- A Síntese Galênica**

Com os conhecimentos que já estavam disponíveis e acreditando que o princípio básico da vida assentava-se na teoria do pneuma, incorporado no ato da respiração, Galeno explicou o sistema fisiológico do sangue através de engenhosa interpretação.

##### Origem do Sangue

Para Galeno, o sangue se originava a partir da transformação dos alimentos. Este processo, segundo ele, se realizava no fígado, órgão ao qual atribuía grande importância. Acreditava que o fígado era o primeiro órgão a se formar no embrião, e era o centro do sistema venoso de onde se originavam os vasos, contrapondo-se, assim, a Aristóteles. Acreditava, ainda, que o fígado abrigava o pneuma natural ou inato.

Os alimentos, absorvidos pelo intestino eram levados até o fígado pela veia porta e nesse órgão se transformavam em sangue. Este sangue se impregnava com o pneuma inato. (SINGER, [1956] 1996; PORTO et al, 1991;

NAMORA, 1989; RADL, 1988). Este pneuma orientava as funções de nutrição, crescimento e dava origem às substâncias que cabia a cada órgão produzir (PORTO et al, 1991).

### Trajetos do Sangue

Para o trajeto do sangue no interior do coração, conforme a ilustração da página seguinte, Galeno reservou uma interessante explicação. O sangue deixava o fígado através de um grosso vaso - veia cava - que o conduzia para a cavidade direita do coração. Permanecia nessa cavidade por um tempo a fim de ser purificado, ou seja, 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 no lado direito do coração voltava para o sistema de vasos e a outra parte passava, gota a gota, para a cavidade esquerda do coração, atravessando invisíveis poros ou canalículos existentes no septo interventricular (SINGER, [1956] 1996; PORTO, 1994; PORTO et al, 1991; GIORDAN, 1987, TATON, 1959).

Galeno lançou mão da idéia da existência de poros invisíveis na parede que separa os dois lados do coração por acreditar que o diâmetro das veias e das artérias pulmonares era menor que o diâmetro da veia aorta e veias cavas. Era, portanto, impossível que todo o sangue do lado direito pudesse passar para o esquerdo apenas através dos pulmões, o que determinava a existência de poros interventriculares (PORTO, 1994; PORTO et al, 1991; RADL, 1988; SMITH, [1975] 1977).

Esta interpretação de Galeno para justificar a presença de sangue na cavidade esquerda do coração constituiu, posteriormente, uma das complicações de seu modelo que, ao ser enfrentada por pesquisadores, contribuiu para fazer emergir um outro modelo.

No lado esquerdo do coração o sangue se misturava com o pneuma do mundo exterior, incorporado através da traquéia e pela artéria venosa (veia pulmonar). Este pneuma transformava-se no pneuma vital que as artérias difundiam por todo o corpo. No entanto, restava ainda confuso na concepção de

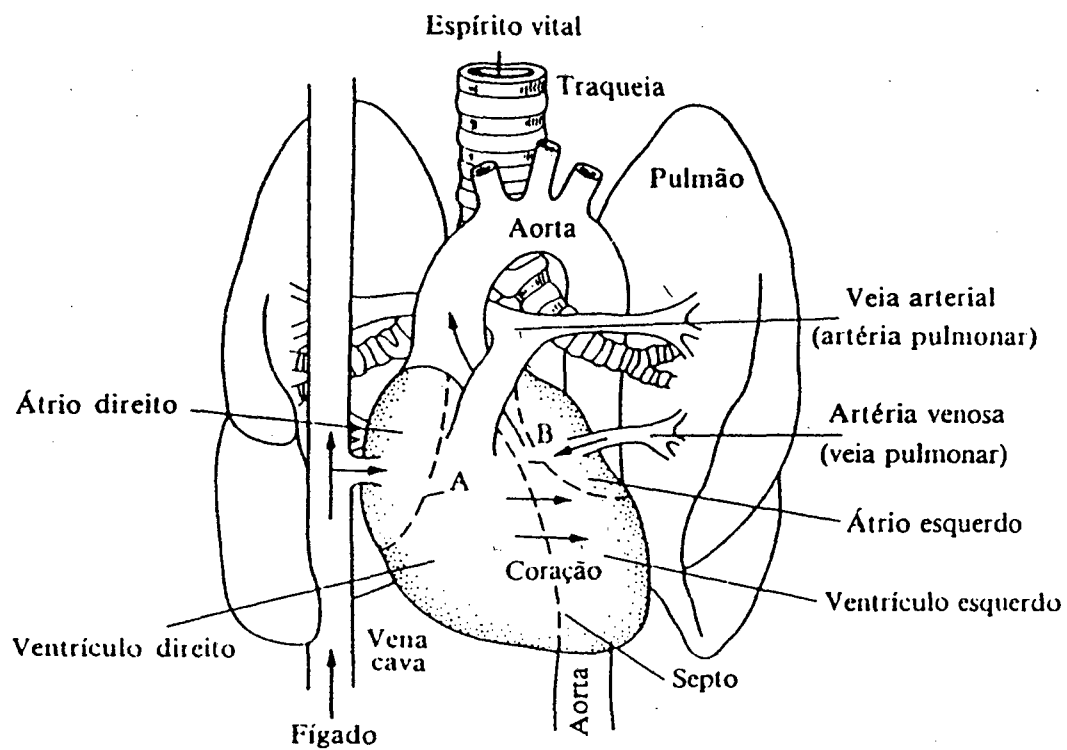


Fig. 6.1.

Diagrama da estrutura do coração e pulmões, ilustrando a fisiologia galénica.

Galeno o papel dos átrios (SINGER, [1956] 1996; PORTO, 1994; PORTO et al 1991; GIORDAN, 1987).

Esta explicação de Galeno sobre a purificação do sangue e o transporte do pneuma pode ser interpretada como uma das protoidéias do que hoje conhecemos como transporte de gases pelo sangue e das trocas gasosas efetuadas ao nível pulmonar – a hematose. A idéia de pneuma, ou de uma entidade que viabiliza a vida no ser vivo, vem acompanhando as interpretações de pensadores ao longo da história. Ela esteve presente entre os pensadores jônicos e entre os alexandrinos. Com Galeno atravessou um longo período e, sob “outra roupagem”, permaneceu nas explicações atuais. As protoidéias 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 pertenciam a um outro estilo de pensamento.

O excesso de calor produzido pelo coração era abrandado, na compreensão de Galeno, pelo ar procedente do pulmão. A consequência de tal concepção, segundo RADL (1988) está no fato

*... de se considerar a respiração e a pulsação cardíaca como duas manifestações de uma só atividade, a regulação do calor; os galenistas consideravam como acessório o fato do ritmo da respiração ser distinto do ritmo da pulsação cardíaca... Consideravam a pulsação cardíaca como essencialmente semelhante aos movimentos respiratórios... o coração, durante sua expansão (diástole) aspiraria o sangue, descendendo depois, e o sangue fluiria para fora, isto é, o coração estaria ativo durante a diástole, e passivo durante a sístole (quando precisamente ocorre o contrário) (RADL, 1988, p.138).*

A pulsação, conforme RADL (1988), era comparada pelos antigos com as ondas do mar, isto é, o sangue golpeava as partes extremas dos vasos

sanguíneos os quais se comunicavam com a carne. Esta interpretação permeava as idéias de Galeno, como veremos a seguir.

### Movimento do Sangue

Na concepção de Galeno, o sangue tinha um princípio e um fim e passava uma só vez pelo coração. A movimentação do sangue era explicada através de um complexo mecanismo semelhante ao movimento das marés. O sangue, em seu movimento de fluxo e refluxo, ao chegar no final dos vasos parte dele se coagulava e formava a estrutura do corpo, isto é, ossos, músculos, etc... (PORTO, 1994; PORTO et al, 1991; RADL, 1988) Era, assim, um sistema aberto que demandava uma produção incessante de sangue pelo fígado.

Galeno trabalhou sob forte pressão da tradição, a qual exigia sínteses completas e harmônicas, o que o levou a relacionar sua fisiologia quase estática a outros órgãos, ou seja, a absorção do alimento pelo intestino, a transformação desse alimento pelo fígado, tendo o sangue como resultado, constituindo a base nutritiva e funcional do corpo; a absorção do pneuma no ato da inspiração e a expulsão dos dejetos durante a expiração. Galeno relacionava o movimento respiratório com o cardíaco, crença que tradicionalmente conjugava respiração e pulsação (SMITH, [1975] 1977).

A interpretação de Galeno sobre o sistema sangüíneo, embora seja inadequada para o pensamento atual, estava ajustada às idéias dominantes que permeavam o pensar médico daquela época. Este sistema explicativo se instaurou no pensamento médico e, por razões que serão vistos no próximo item, perdurou por um longo período.

### **IV.1.3. - Instauração e Extensão do Estilo de Pensamento Médico Galênico**

No caso de Galeno, além da disseminação de suas idéias se processarem através de palestras eloqüentes, proferidas em tom dogmático e persuasivo e das práticas médicas por ele realizadas, seus escritos desempenharam importante papel na circulação intercoletiva de idéias na medida em que serviram de base para os estudos e para as práticas daqueles médicos que o sucederam.

Há indícios de que o “Príncipe dos Médicos”, como era chamado Galeno, tenha escrito cerca de quinhentos volumes. Aqueles volumes que sobreviveram 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 - (NAMORA, 1989; BERNAL, 1975). Os escritos de Galeno tornaram-se verdadeiros guias para estudos e os médicos, impressionados com os conhecimentos e com a técnica experimental de Galeno, hesitavam em se opor às suas observações (BERNAL 1975). Os conhecimentos de Galeno atravessaram todo o período medieval, permanecendo até o advento da Ciência Moderna

A partir do que foi discutido no capítulo II, pode-se afirmar que o galenismo tornou-se um Estilo de Pensamento Médico, uma vez que seu sistema de idéias passou a ser compartilhado por outros especialistas, constituindo-se, assim, um coletivo de pensamento. Além do que, o conteúdo teológico das idéias galênicas era bastante aceitável pela crescente teologia da fé cristã e objetá-las tornou-se, com o tempo, uma séria ofensa (MELO, 1989). Os conhecimentos de Galeno sobre anatomia e fisiologia, conseqüentemente, receberam amplo apoio da igreja cristã.

*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).*

Finalmente, a Idade Média, marcada por uma concepção de mundo na qual a natureza era intocável, repercutiu sobre os estudos anatômicos e fisiológicos. Não houve avanços significativos nesse período e, assim, as idéias de Galeno permaneceram dirigindo o pensar e o fazer em medicina.

Todos esses fatores contribuíram para que o estilo de pensamento médico de Galeno se estendesse por tão longo período, constituindo-se numa "harmonia das ilusões". Como foi visto no capítulo II, todo estilo de pensamento, toda teoria dominante passa por um período clássico - quando o estilo de pensamento está devidamente instaurado - e, como conseqüência, ocorre a extensão do estilo. É a fase da "harmonia das ilusões", na qual só se observam fatos que se encaixam perfeitamente na teoria dominante. Os conhecimentos de Galeno, mesmo após a sua morte em 199 d.C., continuaram a servir de base para os ensinamentos médicos. Os manuais por ele deixado garantiram a disseminação de suas idéias entre outros coletivos. Os escritos de Galeno tornaram-se: ... *a fonte dos conhecimentos médicos e anatômicos árabes e medievais, adquirindo, na sua especialidade, uma eminência e autoridade tão grandes como as de Aristóteles (BERNAL, 1975, p. 237).*

Houve, também, fatores externos ao galenismo que contribuíram para que ele se tornasse hegemônico por cerca de 1500 anos. O primeiro refere-se ao pouco avanço nas pesquisas médicas após a morte de Galeno devido à aceitação pela igreja de que o corpo tinha pouca importância quando comparado com a alma. Diante deste pressuposto, as ciências chamadas pagãs, dentre elas as artes, a anatomia, a fisiologia e as respectivas pesquisas práticas tiveram pouco incentivo para se desenvolverem.

A teologia desestimulou as explorações do corpo humano por parte daqueles que sucederam Galeno (SINGER, [1956] 1996). A morte e o que viria depois dela tornou-se a preocupação das pessoas. Símbolos da morte passaram

a ser encontrados não só em figuras de esqueletos como também em ornamentos, anéis, luminárias, etc. A morte passou a ser considerada o símbolo da Idade Média (SINGER, [1956] 1996).

Um outro fator que contribuiu para que as pesquisas em anatomia e fisiologia deixassem de avançar refere-se à relação microcosmo/ macrocosmo, que há séculos esteve presente na filosofia grega. Esta analogia previa que as regiões e luminárias do firmamento influenciavam as partes do corpo humano e o curso da vida, além do que, as conexões entre as constelações e os órgãos do corpo tinham um significado espiritual e moral (SINGER, [1956] 1996).

A crença de que havia uma conexão entre os órgãos do corpo e as constelações atravessou séculos e concorreu com os poucos estudos de anatomia e de fisiologia. Esta visão coadunava-se com a doutrina astrológica que foi elaborada nos primeiros séculos do cristianismo, com algumas idéias oriundas dos estóicos, com os objetivos místicos dos neoplatônicos e por tantas outras seitas que competiam com o cristianismo, que viria a se tornar hegemônico. Embora rejeitada pela igreja, a doutrina astrológica com ela conviveu<sup>7</sup>. A crença

---

<sup>7</sup> Esta influência da astrologia atravessou épocas inteiras permeando interpretações sobre o corpo humano em seus mais variados aspectos. Um exemplo fornecido por FLECK (1986) refere-se a investigações, em fins do século XV, sobre a sífilis e outras doenças contagiosas que estavam se alastrando entre os europeus. "*A confusa situação política reinante na Europa em fins do século XV, as guerras, fomes e catástrofes naturais – como as ondas de calor ou as inundações – que afetaram a numerosos lugares causaram um espantoso aumento de todo tipo de epidemias e enfermidades. Sua proliferação e a horrorosa miséria a que deram lugar fizeram que aumentasse a atenção dos investigadores, iniciando-se desta maneira o desenvolvimento do pensamento sifilidológico*" (FLECK, 1986, p.46). No entanto, havia a compreensão, naquela época, que a constelação astrológica havia contribuído para o surgimento da sífilis, supunha-se que a conjunção de astros e a relação desta com signos do zodíaco podiam ter dado origem ao mal venéreo. O signo referido era o de escorpião ao qual estavam submetidos os órgãos genitais. FLECK (1986) argumenta que, se considerarmos o papel dominante da astrologia naquela época, se pode também considerar o efeito persuasivo desta explicação sobre a origem da sífilis e, sobretudo, sobre a investigação desta doença contagiosa. A astrologia contribuiu para fixar o caráter venéreo da sífilis. Este autor argumenta, ainda, que a religião via nesta enfermidade um castigo de Deus pelo prazer pecaminoso da relação sexual. A astrologia e a religião responsáveis pelo caráter místico e venéreo atribuído à sífilis tomaram-se tão abarcantes que englobaram também outras enfermidades venéreas. A fundamentação psicossociológica e histórica da sífilis eram tão fortes que só depois de muito tempo, com os avanços de outros campos do



no esquema astrológico prejudicou a anatomia e a fisiologia (SINGER ([1956] 1996).

Galeno não deixou discípulos específicos e não estabeleceu escola. Por um longo tempo, nenhuma novidade no Estilo de Pensamento Médico Galênico foi introduzida após sua morte em 199 d.C. A cidade de Alexandria foi invadida por cristãos, que destruíram a Escola e a biblioteca que lá haviam sido instaladas nos fins do século IV a C.. Esta Escola foi a mais famosa do mundo helenístico e um centro de investigação e de ensino considerada sucessora de Atenas e do empirismo do Liceu de Aristóteles. Muito da sabedoria acumulada do passado pagão foi destruída (SINGER, [1956] 1996). Assim, o estilo de pensamento de Galeno continuou preservado na medida em que poucas chances para se defrontar com possíveis complicações foram oferecidas. A consciência das complicações no estilo de pensamento galênico será vista mais adiante quando será examinado o contexto no qual emerge a Ciência Moderna.

Entretanto, em Salerno, no sul da Itália, a língua grega e alguns remanescentes dos escrito antigos permaneceram. No oriente, o islamismo serviu de barreira contra a influência dos bárbaros e alguma coisa da relíquia clássica foi salva (SINGER, [1956] 1996). Segundo este autor, a liderança intelectual no século VIII passou para os árabes e com eles permaneceu até o século XIII. Assim, os documentos mais importantes da medicina grega foram traduzidos para o árabe. As versões para o latim dos trabalhos originalmente gregos constituíram as principais leituras científicas no ocidente por muito tempo. A primeira recuperação de material médico dessas fontes árabes ocorreu no século XI no sul da Itália, no mosteiro de Monte Cassino. No século XII, algumas traduções foram realizadas do árabe para o latim. Avicena, Hali e Rhazes, os principais vultos da medicina, antes de 1500, dependeram, no que se refere à anatomia, de versões árabes de Galeno. SINGER ([1956] 1975) informa, ainda, que vários trabalhos de Galeno e de Hipócrates foram traduzidos a partir de versões árabes nos séculos XIII e XIV.

---

conhecimento, que influenciaram as investigações desta doença, é que se tornou possível fazer uma distinção entre as várias doenças venéreas.

Segundo BERNAL (1975), o primeiro movimento de recuperação intelectual da Europa foi iniciado no século IX por Carlos Magno, mas é no século X, com a reforma monástica, que a igreja começa 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 de todo o saber. A administração feudal tinha de passar por mãos clericais.

No período da Escolástica, compreendido entre o século IX e século XVII, conforme SMITH ([1975] 1977), na Europa, o ideal cultural baseava-se no Cristianismo. Os livros eram raros, assim como as obras dos autores clássicos. No lugar dos livros figuravam as escolas, e no lugar da atividade literária se situava o ensino oral. A humanidade estava voltada para o passado, para o princípio do mundo onde todas as verdades haviam sido reveladas. Desta forma, só restava seguir e disseminar à humanidade as verdades eternas reveladas. O escolasticismo caracterizava-se por este sentimento retrospectivo, na argumentação de SMITH ([1975] 1977). Segundo este mesmo autor, 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. Nessa época, o aristotelismo ganhou alguns adeptos, investigadores da França e da Inglaterra. Alberto Magno e Tomás de Aquino, os mais famosos aristotélicos e representantes da nova ciência, foram amados e odiados como audazes inovadores por seus contemporâneos. Várias de suas teses foram condenadas pela igreja. Os aristotélicos saíram vitoriosos da luta. Os manuscritos de Aristóteles e, posteriormente, as edições impressas aumentaram extraordinariamente SMITH ([1975] 1977).

BERNAL (1976) argumenta que a necessidade da recuperação da Cristandade ocidental iniciada no século X necessitava de base sólida e, para tanto, era necessário ensinar o clero a pensar e a escrever. Era preciso defender os direitos espirituais e temporais da igreja. Assim, a primeira providência foi o estabelecimento de escolas junto a catedrais. Estas escolas acabaram se desenvolvendo e tornaram-se universidades, onde se ensinavam, também, a

filosofia e a teologia. A Universidade de Bolonha, tão antiga quanto a de Paris, abriga uma Faculdade de Medicina desde 1156. Seguidamente foram fundadas outras universidades tais com: Oxford (1167); Cambridge (1209); Pádua (1222); Nápoles (1224); Praga (1347); Viena (1367); Sto. André (Edimburgo) (1410) e a Universidade Portuguesa (1290).

O objetivo maior destas universidades era a preparação do clero que, no entanto, já detinha o monopólio das ocupações letradas e era responsável por todas as tarefas administrativas, mas o que se pretendia realmente era que os membros do clero entrassem em contato com as idéias do mundo clássico. Isto se dava, sobretudo, através de conferências e discussões, uma vez que os livros eram raros (BERNAL, 1976). Este método continuou a ser usado quando da criação das faculdades de medicina. Tal procedimento caracterizou, então, o processo pelo qual eram formados os médicos medievais, que se dedicavam ao estudo dos clássicos e entre estes, Galeno. Buscavam verdades que estariam registradas nos textos por eles elaborados e disseminados pelos poucos livros e pelas conferências e palestras. Por outro lado, os médicos, assim formados, ao se apropriarem do estilo de pensamento galênico, ampliam o coletivo que o compartilha, mantendo-o durante este longo período. Nas universidades a anatomia veio a ser estudada tendo como base os textos de Avicena, Hali e Rhazes, que eram galenicos. O método de ensino era o escolástico, que estimulava as faculdades mentais, mas, nem tanto os sentidos (SINGER, [1956] 1996).

Com o Humanismo, movimento que influenciou todas as áreas da atividade mental, a esta perspectiva de ensino escolástico são agregados outros elementos que representam um papel significativo na circulação intercoletiva de idéias. Durante o período clássico do estilo de pensamento galênico, contribuindo para a sua extensão, firmou-se, no final do século XV, um coletivo de médicos escolásticos cuja formação estava mais relacionada à escrita do que à experiência prática. Trata-se, de um lado, de uma maior disseminação da palavra escrita, propiciada pelo advento da imprensa que permitiu uma maior circulação de livros e, portanto, o fato de que esses médicos passaram a se interessar pelos escritos clássicos antigos que foram, assim, redescobertos. Diferentemente da

Idade Média, na qual os estudos anatômicos baseavam-se em textos traduzidos do árabe para o latim, no início do século XVI, os trabalhos anatômicos ligados a Galeno, Hipócrates e Aristóteles tornaram-se disponíveis em boas versões do grego para o latim. O preparo de traduções dos trabalhos de Galeno foi realizado por um verdadeiro exército de eruditos e autores médicos (SINGER, [1956] 1996).

Thomas Linacre (1406-1524), um humanista inglês, pertenceu a um grupo de médicos que passou a realizar com palavras próprias, resumos e sumários sobre as idéias dos antigos. Estudou grego em Pádua, - que se tornara um centro humanista - e, quando retornou à Inglaterra, traduziu importantes obras de Galeno, a maioria delas sobre conhecimentos anatômicos. J. B. Montanus, (1498-1551) pertencente a esse grupo de médicos, também estudou em Pádua, dedicou-se a expor as idéias de Galeno e, pela sua influência, os árabes passaram a ser ofuscados nas universidades do norte da Itália. Johannes Günter (1487-1574) traduziu para o latim muitos trabalhos de Galeno, dentre eles o tratado "*Sobre Procedimentos Anatômicos*" e "*Conhecimento e Prática Médica nos Tempos Antigos e Modernos*", em 1571 (SINGER, [1956]1996).

Sylvius Jacques Dubois (1478-1555), graduado em Montpellier em 1531, lecionou na Universidade de Paris onde, devido à sua grande erudição, admiração e profundo conhecimento das obras de Galeno, atraía enormes audiências. Morando na França, Sylvius não sofreu a influência do movimento renascentista da arte italiana e, diferentemente de Vesálio, referia-se com certo desprezo ao uso de figuras para ilustrações anatômicas. Vesálio, seu próprio discípulo, era, também, antes de chegar à Itália e viver e sofrer a influência do movimento Renascentista da Arte, enérgico e erudito galenista nada diferente de seu mestre (SINGER, [1956] 1996). A mudança, mais do que apenas geográfica, levou Vesálio a ser considerado o Pai da Anatomia Moderna.

Charles Estienne (1503-64), um francês cuja família era humanista, foi quem realizou a mais ilustrada das anatomias pré-vesalianas (SINGER, [1956]1996). Entretanto, o texto é fruto dos escritos de Galeno e não da realização de suas próprias observações. A estas significativas alterações agregam-se, também, outros dados resultantes de dissecações realizadas em

outros coletivos de médicos, que contribuíram para desestabilizar o estilo de pensamento galênico. É sobre a atividade da dissecação em outros coletivos de pensamento que se discorre a seguir.

#### **IV.1.4. – A Anatomia em outros Coletivos**

Uma pequena alteração começa a modificar o cenário até aqui descrito. A universidade de Bolonha que, desde 1156 abrigava uma Faculdade de Medicina, comportava também uma escola de direito que era, inicialmente, a mais importante sede de estudos jurídicos da Europa. A faculdade médica dependia dos juristas pelo menos até 1306, quando conseguiu eleger seu próprio dirigente. SINGER ([1956]1996) argumenta que, provavelmente, a razão para o estudo do corpo humano na Faculdade de Medicina de Bolonha, foi, a princípio para o acúmulo de evidências para processos legais. Assim, se praticava a dissecação e, no que diz respeito aos estudos anatômicos, o interesse era verificar o que estava nos escritos de Avicena, em última análise, nos escritos de Galeno.

Neste caso, destaca-se que a circulação intercoletiva, não só de idéias, mas, também de práticas, induz a uma alteração nas práticas estabelecidas pelo coletivo de pensamento galênico.

Com Mondino de Luzzi (1270-1326), o “Restaurador da Anatomia”, como foi chamado, inicia-se um avanço nos estudos anatômicos. Nasceu e estudou em Bolonha, fez parte do corpo docente da Universidade em 1306 e realizou dissecações em público, seguindo os ensinamentos de Galeno. Para o restaurador da anatomia, mantendo a idéia de Aristóteles, o coração era a sede do calor, sendo resfriado pelo cérebro. Em uma descrição do coração, copiada diretamente de Avicena, Mondino descreve três ventrículos, justificando o terceiro como um ventrículo mediano situado na espessura do septo (SINGER, [1956] 1996). Vemos, aqui, que alguma alteração começa a se processar também, no conhecimento contido nos ensinamentos de Galeno, uma vez que, para este, no

septo interventricular havia minúsculos poros. O retorno da prática da dissecação introduz novos elementos ao estilo de pensamento galênico, quais sejam, a dissecação e uma compreensão distinta da estrutura do coração.

Os profissionais que sucederam Mondino, em Bolonha, não contribuíram para o avanço da anatomia. Seguiram o caminho escolástico apenas fazendo leituras de cátedra, sem se aproximarem do cadáver. A escola de Bolonha, durante os séculos XIII e XVI, foi o centro mais importante de estudos de anatomia. No entanto, nos séculos XIV e XV, praticou-se a dissecação em Veneza, como também nas escolas mais importantes, entre as quais se encontra a de Montpellier, que seguiu a tradição de Mondino e onde foram autorizadas dissecações públicas. Entre os sucessores de Mondino, Alessandro Achillini exerceu atividades em Bolonha e na Universidade de Pádua. Seu trabalho anatômico como o de tantos outros, consistia em comentários sobre os trabalhos de Mondino (SINGER, [1956] 1996).

O cenário descrito até aqui ganha nova força em direção a alterações no modo de pensar e de agir quando ocorre um domínio das artes e um movimento destinado a influenciar o progresso da anatomia. Sob o naturalismo, nascido no século XIII, os artistas interessaram-se pela representação fiel do corpo humano, dentre muitos deles destacam-se Leonardo da Vinci (1452-1519), Raphaelo (1483-1521) e Michelangelo (1475-1564).

Não é objetivo deste trabalho fazer um aprofundamento sobre as contribuições que cada um desses artistas deram aos estudos de anatomia, portanto, farei referência somente a Leonardo da Vinci (1452-1519), uma vez que foi um dos que mais se interessou pela biologia, e por ser considerado até nossos tempos um artista/anatomista.

Leonardo da Vinci interessou-se pela estrutura do corpo e pelas funções dos órgãos. Suas anotações revelam que foi um investigador em biologia. As figuras, no que diz respeito ao movimento do sangue, ilustram a fisiologia de Galeno. Leonardo da Vinci foi artista, engenheiro, matemático e biólogo. O interesse pela ciência levou-o a manter uma viva relação com doutores. Como pintor famoso, tinha acesso às bibliotecas dos palácios, onde podia consultar

autores escolásticos e obras filosóficas do movimento renascentista. A concepção de Leonardo, no que diz respeito aos fenômenos vitais, foi determinada muito mais por Galeno do que por Aristóteles (RADL, 1988).

Segundo BELT (1952), nos "Cadernos de Leonardo" encontram-se anotações recolhidas durante quarenta e cinco anos de sua vida. Esses cadernos testemunham que da Vinci observou, estudou e desenhou várias partes do corpo humano e, para tanto, realizou dissecações. Leonardo explicava o calor do corpo em função dos espíritos vitais, baseando-se em Galeno. Dentre muitas das observações sobre o sistema circulatório, da Vinci desenhou as aurículas, representando-as corretamente como cavidades destinadas a receber sangue e, como Galeno, admitiu a existência de poros interventriculares (BELT, 1953).

BELT (1953) argumenta que

*... Leonardo recorreu, como Harvey, aos matemáticos para calcular a quantidade de sangue que passava da aurícula direita para o ventrículo direito, mas infelizmente ele abandonou a tarefa depois de se convencer de que se tratava de um "grande empreendimento" (p.203, grifo meu).<sup>8</sup>*

Para SMITH ([1975], 1977) os trabalhos de da Vinci tiveram pouco ou nenhuma influência sobre a história da anatomia. Isto se deve ao fato de Leonardo ser um artista e não um anatomista. Seus trabalhos ficaram na obscuridade por vários séculos. As primeiras edições das obras mestras só foram publicadas no século XIX. Entretanto, SINGER ([1956]1996) argumenta que o movimento naturalista de que Leonardo da Vinci participou e foi grande representante teve profunda influência nos estudos anatômicos, particularmente nos trabalhos de Vesálio, que viria a ser o fundador da anatomia moderna. Segundo RADL (1988), antes de Vesálio, Leonardo da Vinci foi quem primeiro lançou mão de desenhos anatômicos para ilustrar a estrutura interna do corpo. Uma das conseqüências do espírito artístico que agitou as escolas médicas foram

ilustrações de livros anatômicos que surgiram a partir desse período (SINGER, [1956] 1996).

No início do século XVI, os panfletos representaram um desenvolvimento peculiar da anatomia. Neles eram impressos esboços anatômicos que, embora inferiores às ilustrações dos manuais, eram usados por estudantes de medicina. Havia também panfletos destinados a estudantes de arte, o que mostra o grande interesse dos artistas pela anatomia (SINGER, [1956]1996).

A ascensão da Universidade de Pádua, no norte da Itália, como centro de estudos anatômicos, teve como protagonista o médico Alessandro Benedetti (1455-1525), também um humanista que ali estudou. Benedetti esteve na Grécia e quando retornou a Pádua fundou o teatro anatômico onde realizou demonstrações. Seus livros referem-se a textos galênicos gregos e não contêm fatos novos (SINGER, [1956] 1996).

Passarei, a seguir, a analisar as complicações que abalaram o estilo de pensamento dominante e que contribuíram para que uma outra interpretação sobre o trajeto do sangue no corpo humano emergisse.

---

<sup>8</sup> Tradução minha.



## IV.2. O Estilo de Pensamento de Harvey

O estilo de pensamento médico de Galeno perdurou por um longo tempo devido a fatores que foram considerados no item anterior. Conforme discutido no capítulo II, estilos de pensamentos instalam-se, passam por um período clássico de extensão –“harmonia das ilusões” – e se transformam. Essa transformação não ocorre de forma abrupta, pelo contrário, vai sendo gestada através de um processo que se inicia quando membros do coletivo começam a tomar consciência de que a teoria dominante não está apresentando soluções para alguns dos problemas a serem enfrentados. Conflitos de idéias, contradições, diferenças de ponto de vista, divergências e controvérsias são características do período que antecede à transformação de um estilo de pensamento.

Conforme venho dissertando, a circulação intercoletiva de idéias pode levar à extensão do estilo de pensamento, mas, por outro lado, pode também permitir a flexibilização da coerção de pensamento no interior do coletivo, através da introdução de outros conhecimentos e práticas. Há um dinamismo, portanto, segundo o qual a circulação intercoletiva de idéias ao mesmo tempo em que possibilita a permanência do estilo, por um certo período, pode também fazer aumentar a quantidade de adeptos. Estes, ao compartilharem o estilo de pensamento, introduzem novas práticas e conhecimentos. Por meio da circulação intracoletiva passam também a enfrentar problemas, dos quais muitos deles podem se caracterizar como complicações, e o enfrentamento destas complicações tende a levar à transformação do estilo de pensamento.

No último item do capítulo anterior, iniciei um relato sobre distintos procedimentos praticados por outros coletivos relativamente à compreensão anatômica do corpo humano. Neste capítulo, dissertarei sobre a influência destes procedimentos na instauração do estilo de pensamento de Harvey, assim como o papel da circulação inter e intracoletiva de idéias e a emergência de complicações

identificadas no estilo de pensamento galênico que propiciaram a transformação desse estilo.

#### **IV.2.1. – Circulação Intercoletiva de Idéias**

No período medieval, apesar da relativa estagnação em que estava mergulhada a humanidade, produziu-se um lento, mas estável desenvolvimento tecnológico, teórico e prático. O trabalho artesão, que caracterizou esse período, é uma das atividades humanas mais conservadoras, uma vez que é passada das gerações mais velhas para as mais jovens. Apesar desse conservadorismo, SMITH ([1975] 1977) argumenta que algumas inovações foram, dessa maneira, produzidas, como, por exemplo, rodas hidráulicas e moinhos de vento com princípios motores e o desenvolvimento da metalurgia que deu poderoso ímpeto à tecnologia militar.

Já o renascimento, que foi um movimento consciente de eruditos e de artistas que se colocaram em oposição ao padrão de vida medieval, constituiu-se em uma fase em que importantes inovações se processaram na ciência, na arte e na política. Como decorrência das mudanças sociais, ocorreu a valorização do trabalho manual, sobretudo, aquele dos artesãos e artistas (BERNAL, 1976).

A produção de obras de arte passa a ser consumida por um público diferente daquele dos senhores feudais e da igreja. É a burguesia nascente que passa a consumir obras de arte e a exigir maior realismo dos retratos. O movimento no campo das artes, no início do século XV, exerceu profunda influência sobre o progresso da anatomia (BERNAL, 1976). É neste clima que podemos, por exemplo, localizar Leonardo da Vinci, anteriormente referido.

Segundo BUTTERFIELD (1982), o renascimento foi de fundamental importância para o campo da biologia. A impressão de figuras em madeira, ou em gravações em chapas de cobre, dispuseram novos instrumentos à disposição dos

estudiosos. 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. Para BERNAL (1976), a representação plana do espaço tridimensional e a realista do corpo humano colocavam problemas novos a serem enfrentados pelos pintores renascentistas.

É no Renascimento Italiano, porém, que mais claramente pode-se localizar aspectos que propiciariam as condições para uma transformação no estilo de pensamento galênico.

*... 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, 1976, p 388-389; grifo meu)*

O movimento renascentista prestou grande contribuição para os estudos biológicos centrados na medicina. As faculdades médicas italianas e particularmente a universidade de Pádua, que havia adquirido enorme prestígio, atraíam os espíritos mais brilhantes entre médicos e artistas.

O surgimento de uma nova anatomia que possibilitaria a Harvey desenvolver seus estudos, deve-se à circulação intercoletiva de idéias entre o coletivo dos médicos e o coletivo dos artistas, dentre outros, que num empreendimento conjunto contribuíram para o avanço de estudos anatômicos e fisiológicos.

*... 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** – de fato muitos deles dedicavam-se simultaneamente a tais profissões (BERNAL, 1976, p. 389, grifo meu).*

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.

A busca do naturalismo levou tanto os membros do coletivo dos anatomistas como os do coletivo de pintores e de escultores não só a assistirem dissecações públicas, mas também a dissecar corpos de animais e de seres humanos, sendo que o interesse dos artistas era predominantemente pela anatomia superficial, com exceção de Leonardo da Vinci (SMITH, [1975]1977). Estes interesses comuns entre os vários coletivos levaram à disseminação intercoletiva de idéias não só entre artistas e anatomistas como entre estes e os artífices daquela época. Os cadernos de Leonardo da Vinci, nos finais do século XV, estavam cheios de desenhos com intrincadas maquinarias (SMITH, [1975] 1977).

É neste contexto que podemos identificar um “novo olhar” sobre a natureza, o qual foi, paulatinamente, contribuindo para que se processasse uma transformação na forma de interpretar os fenômenos naturais.

*O estado do conhecimento de cada momento tem que constituir, como fator fundamental para todo novo conhecimento .... Do contrário, fica sem explicação como pode surgir um sistema de idéias fechado e impregnado de um estilo e por que encontramos no passado rudimentos deste saber que, por essa época, não podiam estar legitimados por nenhuma razão 'objetiva' e que permaneciam só como pré-idéias (FLECK, 1986, p. 85).*

Significativas inovações na arte da dissecação e na forma de representar o corpo humano foram implementadas por André Vesálio (1514-1564), considerado o Pai da Anatomia na Idade Moderna, ou o Reformador da

Ciência Anatômica (RADL, 1988). Com este médico, inicia-se uma nova era para a anatomia. O apego escolástico aos textos tradicionais foi sendo substituído por observações próprias (MAYR, 1998).

Vesálio foi o primeiro médico que uniu a dissecação com a exposição e o primeiro a utilizar desenhos artisticamente executados (RADL, 1988). Ao lecionar para grandes audiências, Vesálio aboliu a forma até então adotada, que consistia na dissecação de cadáveres pelos “demonstradores” ou os “barbeiros”, enquanto a uma boa distância o professor lia um livro de Mondino (o restaurador da anatomia do início do século XIV), cujo conteúdo nada mais era do que uma mescla de observações do próprio autor e das teorias de Galeno.

Antes de Vesálio, as dissecações realizadas em grandes auditórios tinham apenas o objetivo de ensinar e ilustrar fatos estabelecidos, cuja finalidade era inculcar nos estudantes as verdades encerradas nas obras de Galeno. O trabalho mecânico de dissecar era acompanhado pela leitura sobre o que estava sendo executado e o objetivo era que os resultados obtidos fossem aqueles que Galeno indicava em seu livro. Era consenso que Galeno tinha sido um grande artista em matéria de dissecação e era este o objetivo daqueles que estudavam anatomia e praticavam a dissecação (BUTTERFIELD, 1982).

Desta forma, todos estavam ainda sofrendo a coerção do estilo de pensamento galênico. Era este estilo de pensamento que ainda estava mediando a interação dos médicos e dos “demonstradores” com o objeto de estudo, ou seja, o cadáver. E esta coerção de pensamento leva o sujeito a só enxergar o que se encaixa na teoria.

*Não se trata de uma simples carência no ‘contato direto com a natureza’ durante a dissecação, posto que freqüentemente lemos a frase ‘que aparece na dissecação’ acompanhando aos acertos mais absurdos. Sem dúvida, este débil contato era o máximo que se podia lograr, ao ser as dissecações deste tipo tanto base como consequência do velho estilo de pensamento que concedia muito mais valor às*

***opiniões trilhadas que aos dados da dissecação, esse 'espantoso ofício'*** (FLECK, 1986, p. 83)

Contrariamente à prática de ensinar servindo-se dos “barbeiros” ou “demonstradores”, Vesálio, ele próprio, sujando de sangue as próprias mãos e roupas, dissecava corpos de seres humanos e de animais para grandes platéias, introduzindo, então, um novo procedimento prático ao estudo da anatomia, não característico do estudo anatômico no estilo de pensamento galênico. Com isto uma outra inovação por ele introduzida refere-se à utilização de ilustrações em textos de anatomia (MAYR, 1998; RADL, 1988), constituindo-se, portanto em um outro procedimento para a circulação de conhecimentos.

André Vesálio foi digno de sua época. Teve como pai intelectual o galenismo e como mãe a nova arte, pois esteve na Itália, foi professor da Universidade de Pádua e soube aproveitar, com sabedoria, o período de grande criatividade que permeou todo o Renascimento (SINGER, [1956] 1996). O fato de Vesálio ter se apropriado de conhecimentos e práticas oriundas de distintos coletivos de pensamento parece ter tido um papel significativo na mudança da prática relativa à anatomia.

Nascido em Bruxelas, no seio de uma família de médicos, André Vesálio estudou na Universidade de Louvain, de Montpellier e de Paris. Nesta estudou com Sylvius (famoso anatomista humanista) e Günther, recebendo, assim, completo ensinamento galênico. Estudou em bons textos revisados pelos humanistas, mas o método era ainda escolástico. Sua primeira publicação, em 1538, trata de uma revisão de Günther - “*Publicações Anatômicas de Acordo com Galeno*” - e o trabalho seguinte refere-se a uma série de seis panfletos ilustrando “*Instituições Anatômicas*”, de Galeno. Os desenhos, extremamente galênicos, são detalhados e mostram, dentre outros, o sistema venoso originando-se no fígado e este órgão com cinco lobos (SMITH, [1975]1977; SINGER, [1956] 1996).

Vesálio, em 1537, foi nomeado professor de anatomia da universidade de Pádua - Centro Científico da Renascença - que representava uma expressão poderosa do movimento naturalista associado ao renascimento. Artista, humanista e naturalista, Vesálio publicou *De Humani Corporis Fabrica* em 1543,

na Basileia, no mesmo ano em que Copérnico propôs o seu modelo no qual a Terra não era o centro do universo. Segundo SINGER ([1956] 1996), o livro *Fabrica* constitui não só o alicerce da medicina moderna como ciência, mas a primeira realização da própria ciência em tempos modernos.

O próprio título do livro de Vesálio é sugestivo do imaginário mecânico aplicado ao corpo humano, que passaria a ser visto como uma máquina cujas peças ordenadamente encaixadas o fazia funcionar. BERNAL (1976) argumenta que o livro de Vesálio contém uma descrição completa, até aquele tempo, dos órgãos do corpo humano. Segundo SMITH ([1975] 1977), Vesálio procurou “autoridade” no corpo humano, não em Galeno e/ou em Aristóteles, e inovou a produção de textos de anatomia, rompendo com a antiga ausência de ilustrações nos livros utilizados até então.

SINGER ([1956] 1996), que fornece alguns dados sobre a obra de Vesálio, afirma que ela contém magníficas ilustrações<sup>9</sup> relacionadas minuciosamente com o texto. Seu livro *De Humani Corporis Fabrica* é dividido em sete volumes<sup>10</sup>, sendo que o terceiro, dedicado ao sistema vascular, é o menos satisfatório de todos, mas mesmo assim contém excelente diagrama das veias do cérebro e notáveis representações de artérias e veias pulmonares. O sexto volume contém sucinta descrição dos pulmões, sendo que o direito aparece com apenas dois lobos; a descrição do coração é boa e interessante. Há a observação de que Vesálio tentou passar cerdas através do septo interventricular, mas não conseguiu, contestando, assim, a afirmação de Galeno sobre a presença de poros na parede interventricular.

Muitos anatomistas não ousavam corrigir os “erros” cometidos por Galeno, pois isto poderia constituir-se em heresia. Assim, durante séculos, o corpo humano foi concebido pelos anatomistas da mesma forma que Galeno o

---

<sup>9</sup> As ilustrações nessa época eram produzidas a partir de chapas de madeira, isto é, xilogravuras, nos anos de 1500-1600 as chapas passam a ser de cobre.

<sup>10</sup> *De Humani Corporis Fabrica* - o primeiro volume destina-se ao estudo dos ossos e articulações; o segundo à questão dos músculos; o quarto trata do sistema nervoso, o quinto aborda a questão das vísceras abdominais e o sétimo é dedicado ao cérebro (Singer, [1956]1996).

havia descrito. Não se levava em conta o que os próprios olhos discerniam, sofria-se a coerção do estilo de pensamento médico de Galeno. Vesálio, entretanto, realizou estudos comparativos, tendo como objetivo mostrar que os escritos anatômicos de Galeno descreviam estruturas de animais e não do ser humano<sup>11</sup> (RADL, 1988).

A obra de Vesálio, para RADL (1988), acha-se destituída de qualquer tendência filosófica. Ele argumenta que a preocupação deste anatomista foi com o tangível e o observado. Isto, porém, constitui uma tendência filosófica, embora não explicitada e distinta da anterior.

*... mas como um produto de sua época, ... não poderia deixar de pensar para que fora feito o homem ... ele estava impregnado do pensamento galênico, e seria muito pedir que mesmo ele se livrasse inteiramente do jugo dessa teleologia* (SINGER, 1956 1996, p. 138).

*De Humani Corporis Fabrica* foi publicada no mesmo ano em que Nicolau Copérnico lançou sua obra - "*Sobre as Revoluções das Esferas Celestes*" - Com esta publicação, a Terra foi deslocada definitivamente do centro do Universo. Para SINGER (1996), esses dois intelectuais derrubaram a teoria medieval do microcosmo e do macrocosmo.

Para BERNAL (1976), 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.

Em 1544, um ano depois de publicar *Fabrica*, Vesálio deixou a Universidade de Pádua, abandonou os estudos e passou a integrar a equipe médica da corte imperial dos soberanos espanhóis Carlos V e Felipe II. Vesálio morreu em 1564, quando voltava de uma viagem a Jerusalém, e o motivo que o

---

<sup>11</sup> Galeno baseou seus estudos muito mais em dissecações realizadas em animais



levou a tal empreitada é bastante polêmico. Há a versão de que foi condenado pela Inquisição a realizar tal peregrinação à Terra Santa pelo fato de ter cometido um crime científico (RADL, 1988).

Miguel de Serveto (1511-1553), médico e teólogo espanhol e contemporâneo de Vesálio, afirmava que o sangue, partindo do ventrículo direito se dirigia aos pulmões pela veia arteriosa onde eliminava impurezas e se misturava com o pneuma vindo do exterior, sendo depois aspirado pela diástole do ventrículo esquerdo, que o fazia retornar ao coração através da artéria venosa a fim de constituir o espírito vital. Serveto acreditava que o espírito vital estava contido no sangue vivo do coração e das artérias e o espírito natural residia no fígado e no sangue escuro das veias. A inovação deste médico reside na sua convicção da mudança qualitativa do sangue efetuado pela sua passagem pelos pulmões. 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, segundo PORTO (1994), ao que hoje conhecemos como circulação pulmonar ou pequena circulação sangüínea. Entretanto, Serveto teve seu destino marcado pela intransigência da visão de mundo daquela época e, assim, por ter publicado um livro cujo conteúdo desafiava dogmas teológicos, que desagradaram tanto a Igreja romana quanto aos reformistas, foi condenado à fogueira por Calvino, em Genebra.

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) 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. Esse médico chegou a afirmar que o sangue impuro passava pela veia arteriosa para atingir a cavidade esquerda do coração depois do pulmão lhe

---

(porcos e macacos, por exemplo) do que em corpos humanos (BUTTERFIELD, 1982).

fornecer "alimento" (PORTO, 1994; BUTTERFIELD, 1982). Para PORTO (1994), os escritos de Ibnal-Nafis parecem ter sido desconsiderados ou desconhecidos pelos médicos do período renascentista. Esse médico foi o

*... 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 et al, 1989, p. 106. grifo meu).*

Entre os seguidores de Vesálio encontra-se Matteo Realdo Colombo (1516-1559), seu discípulo, assistente e sucessor na disciplina de anatomia em Pádua. Colombo reiterou as observações de Serveto sobre a circulação do sangue, isto é, sua passagem pelos pulmões, negando também a comunicação entre o lado direito e esquerdo do coração através dos poros, entretanto, ainda atribuía ao fígado a mesma função descrita por Galeno.

A obra anatômica de Colombo *De Re Anatômica* (1559), publicada postumamente, é um livro texto desprovido de ilustrações, mas que contém uma descrição dos movimentos de sístole e de diástole e do funcionamento das válvulas cardíacas (KEY, J. D. et al, 1979; PORTO, 1994; PORTER, 1996). Entretanto, persistia ainda nos escritos de Colombo a mesma idéia galênica que conferia ao fígado a produção de sangue a partir da transformação dos alimentos ingeridos.

Apesar de Pádua ser um centro de estudos aristotélicos, Colombo não hesitava em atacar o aristotelismo, combatido também por Galileu, o que lhe custou a vida. Realdo Colombo, no entanto, não constituiu séria ameaça para a doutrina galênica (SINGER, 1996; PORTO, 1994). Hieronymus Fabricius de Acquapendente (1533-1619) sucedeu Realdo Colombo como professor.

Antes de dissertar sobre Harvey, considerado o Pai da Fisiologia Moderna, vale destacar outros nomes ligados a estudos anatômicos e, particularmente, ao sistema sangüíneo, com o objetivo de se considerar alguns conhecimentos que estavam disponíveis na época, bem como a dimensão das modificações que estavam se operando no estilo de pensamento médico. O destaque é para a dimensão coletiva da circulação de conhecimentos e práticas como um dos componentes da gênese de um novo estilo de pensamento, ou seja, conhecimento, que ao ser compartilhado por distintos sujeitos na interação com os dados empíricos, permite a formação do coletivo de pensamento.

O anatomista Giulio Aranzi ou Arantius (1530-1589), professor da escola de Bolonha, rival da escola de Pádua, havia examinado e descrito o coração fetal e o sistema vascular do adulto, dando boa descrição da pequena circulação, mas não avançando em relação aos escritos de Colombo. Nessa mesma época, um anatomista romano Archangelo Piccolomini (1526-1605) teve a atenção voltada para o coração do feto e do adulto, publicando em Roma no ano de 1586, "Leituras Anatômicas" que, segundo SINGER ([1956] 1996), é um trabalho de pouco valor, mas merece ser mencionado pelo fato de que Harvey fez bastante uso dessa obra.

O holandês Volcher Coiter (1534-1576) um anatomista comparativo, estudou com Falópio em Pádua, depois estudou em Bolonha, em Roma e em Montpellier. Esse holandês acabou se estabelecendo em Nuremberg, levando para a Alemanha os ensinamentos e os métodos de trabalho de seus mestres. Os trabalhos desse anatomista, segundo SINGER ([1956] 1996), são precisos, originais e admiravelmente ilustrados por ele mesmo. Coiter recomendava a seus pares anatomistas que nada lessem além das obras de Galeno, o *Fabrica* de Vesálio, as obras de Falópio e os escritos de Eustáquio, todos paduanos.

Segundo SINGER ([1956] 1996), as observações mais interessantes de Cotier são aquelas relacionadas ao coração de animais vivos, exatamente como fez Harvey mais tarde. Cotier notou que as contrações das aurículas e dos ventrículos não são simultâneas. Notou, ainda, que o coração aumenta em comprimento durante a sístole e diminui durante a diástole. Cotier observou

também que em corações incisados, as diferentes partes continuam a bater e que a base do coração é a última parte em que a pulsação desaparece. Observou, ainda, as diferenças nas características e nos mecanismos dos pulmões de diferentes animais.

Uma contribuição que Harvey soube habilmente aproveitar refere-se a conhecimentos e práticas de seu professor Hieronymus Fabricius de Acquapendente (1533-1619), que sucedeu Falópio e que construiu por conta própria o teatro anatômico de Pádua. Acquapendente prestava reverência a Aristóteles, assim como seu discípulo Harvey. Em seu tratado "*Sobre a Formação do Feto*" atribui, segundo SINGER ([1956] 1996), grande importância ao coração. Sua obra mais conhecida - "*Das Válvulas nas Veias*", com excelentes figuras das válvulas venosas, teve grande influência sobre Harvey, que utilizou muitas figuras e ainda baseou-se nos argumentos do mestre no que se refere à ação das válvulas na circulação do sangue. A maior contribuição de Fabricius foi, portanto, uma minuciosa descrição das válvulas existentes nas veias. Ele considerava as válvulas como redutoras da velocidade do sangue em direção à periferia do corpo, impedindo, assim, o seu consumo na extremidade (SINGER, [1956] 1996). Por outro lado, PORTO (1994) argumenta que, talvez, por influência de Galeno, Fabricius tenha interpretado mal a função das válvulas venosas, uma vez que acreditava que as mesmas impediam a saída do sangue do coração e não o seu fluxo em direção a ele.

Andrea Cesalpino (1619-03) foi aluno de Colombo e professor em Pisa. Alguns escritores italianos chegaram a atribuir a ele a "descoberta" da circulação do sangue, reivindicação que, segundo SINGER ([1956] 1996), não se justifica. A este respeito, PORTO (1994) argumenta que, sessenta anos antes de Harvey, Cesalpino havia corrigido um equívoco das concepções galênicas, uma vez que atribuiu ao coração e não mais ao fígado, a sede do princípio que regia a atividade do organismo. Ainda segundo este autor, Cesalpino foi o primeiro a utilizar o conceito de circulação que sugere o movimento em círculo.

Com o anatomista Adriaan van der Spieghel (1578-1625), conhecido como Spigélio, encerra-se a anatomia vesaliana. Com sua morte, Pádua deixou

de liderar os estudos anatômicos daquela época e a fase da anatomia na Universidade do norte da Itália se encerra, por dois motivos: primeiro Spigélio abandonou a anatomia comparada, que foi a grande tradição da escola paduana desde Vesálio e, suas observações refinadas interessaram mais aos cirurgiões; em segundo lugar, a fisiologia, mais do que a anatomia, começou a atrair mentes brilhantes (SINGER, [1956] 1996).

Os discípulos de Fabricius, em Pádua, foram os últimos expoentes da linha vesaliana. Daí em diante, a tradição paduana se estende para a Basileia, Dinamarca e Holanda. Rioland desenvolve a anatomia em Paris e Harvey leva os métodos paduanos à Inglaterra. ... *os filhos e os netos de Pádua devem ser procurados em outras terras que não a Itália* (SINGER, [1956] 1996, p.183).

William Harvey (1578-1657) que, possivelmente, por ter vivenciado o renascimento italiano e a emergência de uma visão mecânica para a compreensão do corpo e demais fenômenos naturais e, ainda, por ter estudado no maior centro científico daquela época, veio a ser considerado o Pai da Fisiologia, uma vez que rompe com a compreensão de um corpo e um mundo estático. É sobre ele e a sua proposição a respeito da circulação sanguínea que dissertarei daqui por diante.

Harvey nasceu em Folkestone, Kent, Inglaterra. Era o mais velho dos sete filhos de um rico comerciante e, dentre eles, o único que seguiu a carreira médica. A educação primária Harvey a recebeu numa escola em Canterbury e, em 1593, obteve uma bolsa de estudo que lhe permitiu tornar-se aluno do Caius College, em Cambridge. Nesse colégio, entrou em contato com a tradição paduana instalada pelo seu fundador e professor de grego, Dr. Caius, que foi, também, o responsável pela instalação da prática anatômica na Inglaterra. Através de sua influência, o colégio recebeu autorização para fazer uso de dois corpos por ano, de criminosos executados, para a prática da dissecação. Possivelmente, as aulas de anatomia do Dr. Caius influenciaram Harvey na escolha da carreira médica e também na escolha do local para realizar seus estudos, a Universidade de Pádua (KEY et al, 1979; SINGER, 1996).

Destaca-se, aqui, que a circulação intercoletiva de idéias que originou novos procedimentos práticos relativos ao estudo da anatomia rompeu as fronteiras geográficas da Europa meridional onde inicialmente começara a ocorrer. Por sua vez, acaba por criar condições para que Harvey compartilhe destas novas práticas ao se inserir num movimento de circulação intercoletiva de idéias.

Harvey dirigiu-se à cidade de Pádua, no norte da Itália, que na época, representava o centro científico da Renascença, assim como Florença representava o centro artístico daquele mesmo período. 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.

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.

Harvey estudou na Universidade de Pádua entre os anos de 1597 a 1602. Doutorou-se em Medicina e, quando retornou a Londres, a Universidade de Cambridge lhe concedeu o mesmo grau. Em 1607, foi nomeado membro titular do Royal College of Physicians e, em seguida, desposou a filha do Dr. Lancelot Brown, médico da rainha Isabel e Jaime I. Em 1609, 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 (insetos, répteis, anfíbios, peixes, pássaros e mamíferos) e comparados com dados obtidos em observações

durante a dissecação de cadáveres. Esta prática era facilitada pelo rei Carlos I, que lhe cedeu parques reais com animais para suas experiências (DÉCOURT, 1990).

Em 1615, foi convidado para reger a cadeira de Anatomia e Fisiologia em Lumley. Suas primeiras palestras ministradas no Royal College of Physicians, em 1615-16, cujas anotações se encontram no Museu Britânico, foram resultados de anos de experimentações e, portanto, testemunham que a idéia da circulação do sangue já fazia parte de suas reflexões. Harvey era persistente, modesto, conservador e extremamente cauteloso. Suas observações só vieram a público depois de uma década de estarem concluídas. Isto se deveu, sobretudo, porque elas viriam a contestar o sistema fisiológico de Galeno que havia reinado por cerca de mil e quinhentos anos, e também porque Galeno era seu ídolo (KEY et al, 1979; NAMORA, 1989; SINGER, [1956] 1996).

Foi com esse cuidadoso médico que uma significativa ruptura completou o processo de transformação que vinha se operando no pensar e no agir médico, particularmente no que dizia respeito à interpretação do movimento do sangue no corpo humano.

#### **IV.2.2. – A Ruptura com o Estilo de Pensamento Galênico**

Um novo estilo de pensamento médico passou a permear uma nova interpretação a respeito da movimentação do sangue. O “olhar” lançado sobre fatos já conhecidos foi qualitativamente diferente de seus antecessores. Harvey se valeu de conhecimentos anatômicos e fisiológicos que estavam disponíveis havia décadas, porém,

*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 meu).*

William Harvey trabalhou com habilidade experimental, em sintonia com práticas emergentes em que havia sido formado e com as quais realizava seus estudos. Harvey 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. Harvey, assim como Aristóteles acreditava na perfeição do movimento circular. Esta convicção, mais a crença no paralelismo macrocosmo microcosmo, influenciaram a sua concepção do movimento do sangue no corpo humano.

Harvey seguiu as lições de Fabricius de Acquapendente<sup>12</sup>, de cujo método comparativo, inaugurado por Aristóteles, tirou o máximo proveito. 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, dedicou-se à fisiologia cardíaca e circulatória (NAMORA, 1989; PORTO, 1994), sob um outro modo de pensar e de agir, conforme tenho caracterizado, e em sintonia com uma visão de mundo baseada em uma filosofia mecanicista.

Assim, Harvey aderiu à crescente crença na possibilidade da matematização dos fenômenos terrenos, jamais admitida no período anterior à da 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 levaram Harvey a concluir que o sangue passava das artérias para as veias e os movimentos do coração provocavam um movimento num circuito fechado.

---

<sup>12</sup> Harvey refere-se 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 et al, 1979).



Depois de conhecerem as idéias de Harvey, os demais pesquisadores começaram a interpretar problemas relativos à anatomia e à fisiologia em termos de uma compreensão baseada em conhecimentos da mecânica, da física, da química e da anatomia comparada (SINGER, [1956] 1996).

SINGER ([1956] 1996) fornece algumas informações sobre o livro de Harvey, *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*<sup>13</sup>, publicado em Frankfurt no ano de 1628. Este livro consistia em um pequeno volume, com 72 páginas e mal impresso. O estilo em latim é mal adaptado para a discussão científica as sentenças são longas e complicadas; há erros de impressão; o livro é extremamente condensado; um grande número de conclusões e observações estão comprimidas num espaço pequeno. No entanto, o livro teve o mérito de ser o primeiro dedicado a um tema fisiológico, e Harvey se deparou com o que representava o renascimento de um método que foi negligenciado por cerca de 1500 anos. A sua obra, segundo SINGER ([1956] 1996), acha-se saturada de idéias de Aristóteles e de Galeno, autores de quem ele nunca conseguiu se livrar completamente. Referia-se a este último como “aquele homem divino, aquele Pai dos Médicos”.

FLECK (1986) destaca a dependência histórica entre estilos de pensamentos subseqüentes. O novo estilo de pensamento contém vestígios que decorrem do desenvolvimento histórico de muitos elementos de outros estilos.

Na época em que Harvey realizou seus estudos, alguns conhecimentos sobre o sistema sangüíneo já estavam disponíveis: 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, dentre outros, por Mondino, Leonardo, Berengar e Vesálio. A pequena circulação, também, já havia sido descrita, por exemplo, por Serveto, Columbo e Ruini, embora sua importância não tenha sido devidamente reconhecida naquela época. No trabalho de Andréa Cesalpino (1619-03) existe

---

<sup>13</sup> “Uma Dissertação Anatômica Sobre o Movimento do Coração e do Sangue em animais” (Singer, [1956] 1996)

uma sugestão da grande circulação, posteriormente retirada<sup>14</sup>. As válvulas nas veias, observadas por muitos durante o século XVI, haviam sido sistematicamente exploradas por Fabrício, que não tinha idéia de sua função real. Entretanto, ainda aceitava-se a presença de poros no septo interventricular que permitia 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 a Galeno (SINGER, [1956] 1996).

Harvey ampliou os conhecimentos disponíveis em sua época na medida em que chamou a atenção para a relação entre os átrios e os ventrículos e a relação destes com as artérias. Segundo SINGER ([1956] 1996), isto parece ser totalmente de sua autoria. Outra observação original de Harvey refere-se à 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 subseqüentemente dirigido para dentro da artéria. Quanto à função das válvulas, ele introduz, num conhecimento já existente, um novo aspecto, isto é, Harvey insiste que o fluxo de sangue, além de seguir em uma única direção, o faz de modo contínuo. A SINGER ([1956] 1996) parece estranho que uma observação tão óbvia não tenha sido percebida por algum pesquisador anterior. Provavelmente, a crença na perfeição do movimento circular tenha algo a ver com este movimento do sangue sem interrupção. Ao reconhecer o papel ativo dos átrios (aurículas) com movimentos que iniciam o ciclo cardíaco Harvey afirma: ... *elas são os motores iniciais do sangue, em particular a direita* (DÉCOURT, 1990, p. 44). Talvez 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, tenha influenciado Harvey, conforme destaca DÉCOURT (1990). Além disso, poderíamos localizar na explicação proposta sobre a existência de válvulas no coração, o papel semelhante das válvulas da bomba hidráulica, fato que leva muitas vezes a se associar o coração com este tipo de bomba.

---

<sup>14</sup> Os escritores italianos afirmam ter sido Andréa Cesalpino, que lecionou em Pisa e Roma, o descobridor da circulação do sangue que, para Singer (1996) é uma reivindicação totalmente insustentável.

Segundo PORTO (1994), na descrição de Harvey, o coração funciona como uma bomba hidráulica impulsionada pela força muscular, através de conceitos importados da engenharia hidráulica da época, tais como bombas, válvulas e canais, o que explica a circulação do sangue num circuito fechado. HALL (1962) argumenta que

*... 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, in DÉCOURT, 1990, p. 44).

Ele observou e estudou organismos em funcionamento, pois o que lhe adiantaria fazer como seus antecessores, estudar fenômenos da vida em cadáveres se apenas a vida movimentava o sangue? (NAMORA, 1989).

No início de sua obra máxima, *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*, Harvey revelou que ...

*... quando me entreguei ... 'a vivisseccões como meio de descobrir os movimentos e funções do coração, procurando decifrá-los pela inspecção direta e não pelos escritos dos outros, encontrei o meu labor tão desafortunado e cheio de dificuldades que quase me senti tentado a pesar, 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, in NAMORA, 1989, p.187).*

Ao realizar experiências em animais vivos, Harvey 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. Esta observação de Harvey se constitui em uma das complicações do estilo de pensamento médico de Galeno. Se o fígado fosse a sede da produção do sangue, como entendia Galeno, esse órgão deveria suprir a quantidade que se perdera durante a hemorragia. (PORTO, 1994; NAMORA, 1989).

Para completar a experiência, Harvey laqueou o vaso sangüíneo que partia do coração de uma cobra e, a seguir, incisou-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). Portanto, uma outra complicação começou 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 suficientemente forte para impedir que haja a consciência de que algo não se comporta como o modelo que Galeno previu. Deste modo, além da circulação intercoletiva de conhecimentos e

práticas, a consciência de complicações é um elemento inicial para a emergência de um novo estilo de pensamento.

Em sua obra magna, depois de 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 arrebetaria por não poderem conter a enorme quantidade de sangue que lhes chegava... (HARVEY, 1628, in: NAMORA, 1989, p. 191; FRIEDMAN, 2000).*

Harvey deixa evidente que a grande quantidade de sangue mobilizada no interior do corpo, a partir do coração num determinado período de tempo, não poderia ser explicada a partir de fases de perda, elaboração e reposição a partir do 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).

Dessa forma, Harvey considerou o problema que vinha sendo estudado há séculos sob um outro ponto de vista, isto é, sob um aspecto quantitativo e dinâmico, não se restringindo à dimensão qualitativa-anatômica-estrutural. A questão por ele colocada foi: **que quantidade de sangue era transmitida?**

*Considere, diz ele, a capacidade do coração. Suponha que o ventrículo tenha capacidade de duas onças apenas [56 g.] (N. T.). Se o pulso bate setenta e duas vezes em um minuto, em uma hora o ventrículo esquerdo vai despejar na aorta nada menos que  $72 \times 60 \times 2 = 8640$  onças = 540 libras [245 kg], (N.T.) i.e., três vezes o peso de um homem corpulento! De onde pode vir todo esse sangue? Para onde pode ir todo ele? (SINGER [1956] 1996, p. 199, 200).*

A pergunta foi totalmente diferente daquela que preocupava os pesquisadores que o antecederam. Em última análise, Harvey realizou seus estudos sob um prisma que se encontrava em sintonia com a visão de mundo então em gestação, uma visão de um mundo mecânico passível de ser medido e quantificado. Esta visão mecanicista do mundo e dos seres que nele habitam viria a se tornar um estilo de pensamento que, apesar de permeado por idéias do antigo, passa a ser construído através de um longo processo de interação com outros coletivos de pensamento dos quais incorpora elementos.

Destaco, então, três mudanças que tiveram papel fundamental na proposição de Harvey: 1- uso de dissecações e realizações de experimentação para uma compreensão anatômica-fisiológica; 2- a concepção da perfeição do movimento circular, com o qual propõe um movimento para o sangue no corpo humano através de um ciclo fechado, quando no modelo galênico o sistema era aberto, com vasos sangüíneos irrigando diretamente os tecidos do corpo humano; 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 é 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. Galileu (1564-1642), nascido em Pisa, articulando experimentação e matematização, propõe uma relação matemática para a queda dos corpos.

Harvey, prosseguindo em suas investigações, mas também concebendo o movimento do sangue como um circuito fechado, realizou experimentos simples com o braço de um ser humano vivo, conforme ilustração da página seguinte). Assim, inicialmente comprimiu uma veia superficial desse órgão, utilizando um garrote, e foi espremendo o sangue no sentido do coração. Este procedimento resultou no aparecimento de nódulos nas veias, sobre os quais ele já tinha conhecimento, pois haviam sido demonstrados por seu professor Fabrício. Estes nódulos correspondiam às válvulas.

Quando ele deixou de realizar a segunda manobra, ou seja, de espremer o sangue no sentido do coração, o sangue não refluíu à veia, o que

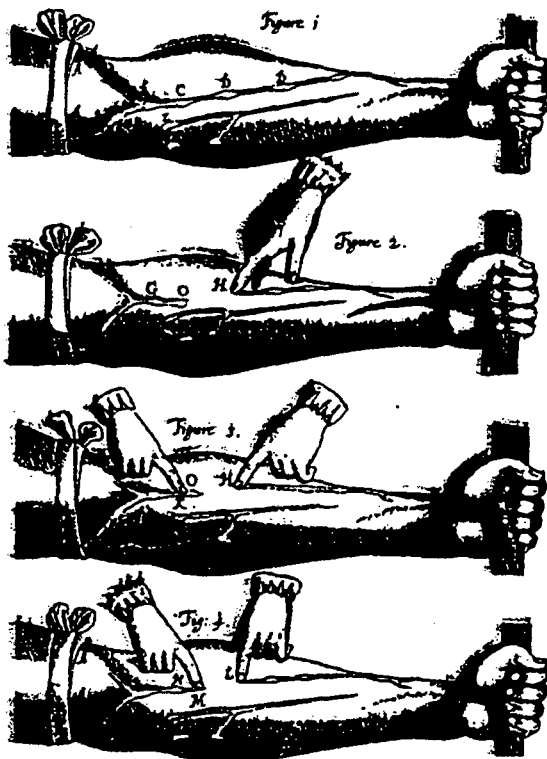


Fig. 99 – Experimentos com torniquete em braço humano, de William Harvey, *Exercitatus anatomica de motu cordis*, Frankfurt, 1628.

FONTE: SINGER, C. ([1956]1996). *Uma Breve História da Anatomia e Fisiologia desde os Gregos até Harvey*. Campinas: editora da UNICAMP, p.203.

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 pelas veias, cujas válvulas permitiam que o sangue apenas se movesse em direção ao coração. Assim, a circulação do sangue se fazia num extenso circuito, e não como previa Galeno para o qual o sangue se movimentava para fora dos vasos para irrigar os tecidos (PORTO, 1994; KEY, 1979; NAMORA, 1989).

Em *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*, Harvey sintetizou os resultados de seus estudos e experiências, 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 da artéria 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).

Palavras de Harvey:

*A circulação ... fornece ao organismo um sangue aquecido, purificado, vaporoso, espirituoso e, por assim dizer, nutritivo – que vai sendo esfriado, engrossado e enfraquecido nos órgãos, voltando ao coração para se reenobrecer ... O sangue é um fluído que se infiltra em todas as parcelas do corpo, e as veias transportam-no continuamente ao coração (HARVEY 1628, in: NAMORA, 1989, p.191).*

Ao descrever o trajeto do sangue, Harvey forneceu, em linhas gerais, segundo Namora (1989), as funções digestivas, pulmonares, renais e musculares, mas deixou de imaginar a existência e o papel dos vasos capilares. Harvey



sugeria, talvez por influência de Galeno, que a comunicação entre veias e artérias se dava através de “poros invisíveis” que deveriam existir nos tecidos do corpo. Os vasos capilares só foram descritos por Marcelo Malpighi em 1691, com a utilização do microscópio (PORTO, 1994; DÉCOURT, 1990).

A compreensão que se tem atualmente do sistema circulatório, ou seja, a pequena e a grande circulação sanguínea é devida a contribuições de outros estudiosos que sucederam a Harvey, uma vez que um dos pontos que ficou por explicar em seu modelo refere-se à questão de como o sangue passaria do sistema arterial para o sistema venoso. Somente em 1691, é que, 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, o qual previa um sistema aberto.

No entanto, a concepção de Harvey sobre o movimento do sangue como um sistema em um circuito fechado, antes de se instaurar e se disseminar, sofre resistência por parte de adeptos do galenismo. É sobre esta resistência que disserto no item que se segue.

#### **IV.2.3. – Instauração e Extensão de um Novo Estilo de Pensamento**

Diante da síntese galênica que, para os padrões da época era considerada consistente, completa e harmoniosa, Harvey tinha a consciência do que significaria contradizer essa doutrina centenária. 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, como ele mesmo esperava, feria as concepções de Galeno, tanto é que a sua divulgação suscitou feroz oposição de seus adversários que, em cega obediência à tradição, manifestavam verdadeiras repulsas ao que era moderno.

Harvey chegou a ser acusado de publicar inverdades e designado como **circulator**, que em latim significa impostor ou charlatão (DÉCOURT, 1990; NAMORA, 1989). Entre aqueles que se manifestaram contra as idéias de Harvey, GIORDAN (1987) aponta os pesados ataques de Primerose (1630) e de Guy Patin (1631), este último, erudito e culto, foi o mais virulento e desrespeitoso dos opositores. Segundo DÉCOURT (1990), Patin chegou a declarar que a teoria de Harvey era, dentre outros adjetivos, uma inutilidade, um absurdo e, ainda falsa. Outro opositor, Jean Riolan, o único a que Harvey se dignou responder, era um mestre francês de reconhecida cultura e professor de anatomia na Universidade de Paris. Este professor chegou a afirmar que:

*... para se explicarem diferenças entre os dados das dissecações e as idéias de Galeno, seria mais aceitável reconhecer que a Natureza tinha se modificado através dos tempos que admitir que este tinha se enganado (DÉCOURT, 1990; p. 46)*

Como foi visto no capítulo II, quando um sistema de idéias está estruturalmente fechado e composto de numerosos detalhes e relações, ele resiste a tudo o que o contradiz, ou seja, seus adeptos não consideram, inicialmente, a possibilidade de uma contradição. Chegam a angariar todos os esforços possíveis para tentar explicar as exceções e as complicações sem comprometer a teoria dominante. Apesar das concepções contraditórias serem por vezes legítimas, tende-se a ver somente as circunstâncias que corroboram as idéias dominantes. Desta forma, é possível se compreender a posição daqueles que se opuseram em reconhecer os estudos explicitados por Harvey no que se refere ao movimento do sangue no corpo humano.

Para além de contestarem seus achados, muitos dos adversários tentavam se vingar da íntima relação que Harvey gozava junto aos Stuarts. No

auge da vingança contra sua fidelidade a Carlos I, alguns dos seus inimigos chegaram a pilhar sua moradia em Londres quando ele se ausentou por uns dias para discutir com um médico de Derby sobre doenças uterinas. Manuscritos de obras que estavam sendo preparadas foram destruídos (NAMORA, 1989).

Harvey, no entanto, encontrou eco em muitos dos intelectuais daquela época em favor de sua tese, particularmente quanto à precisão e clareza de seus experimentos. Múltiplas vozes 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. Descartes em seu livro - *Discurso do Método* (1637) refere-se à Harvey:

*... se perguntarmos como o sangue das veias não se esgota, passando assim continuamente pelo coração, e de que modo as artérias não se enchem demais, pois que todo o sangue que passa pelo coração nelas entra, não necessito responder outra coisa do que já foi escrito por um médico da Inglaterra, ao qual devemos louvor ... por haver sido o primeiro a informar que ... o sangue ... o seu percurso nada mais é que uma perpétua circulação (DESCARTES, 1969, p. 136-137).*

Em 1656, Harvey recusa a honrosa presidência do Colégio de Londres, alegando pretextos da idade e da saúde precária, mas acha disposição para freqüentar as reuniões da assembleia de médicos. Posteriormente, mandou construir em seu jardim um pavilhão para abrigar livros e instrumentos científicos, legando-os à corporação dos médicos e destinando-lhes uma renda perpétua de cinquenta e seis libras para a manutenção de um bibliotecário. Cansado e doente, Harvey demitiu-se do cargo de professor, seu último elo com a profissão. Morreu em 3 de junho de 1657 e foi enterrado em Essex.

O trabalho de Harvey representou, de acordo com BERNAL (1976), uma investigação e não mais uma simples dissecação e descrição. Foi uma investigação que teve a engenharia hidráulica como referência, e que foi executada por meio de experiências práticas. Harvey demonstrou que o corpo

poderia ser concebido como uma máquina na qual não haveria lugar para “espíritos misteriosos”.

*... a mecânica da circulação veio dar grande impulso à idéia de que um organismo era uma máquina, embora mais tarde se viesse a verificar que era uma máquina muitíssimo mais complicada do que a poderiam ter imaginado os homens dos séculos XVI e XVII (BERNAL, 1976, p. 434-435, grifo meu).*

O efeito que as doutrinas estabelecidas por Harvey tiveram sobre a antiga fisiologia de Galeno pode ser considerado como um marco revolucionário, assim como o foram as descobertas de Galileu e Kepler sobre a astronomia platônica e aristotélica (BERNAL, 1976)

As idéias de Harvey permaneceram mais perto das de Copérnico e Kepler do que das de Galileu, uma vez que ainda conservava a idéia do paralelismo entre o macrocosmo e o microcosmo. Harvey escreveu que:

*... o coração é o princípio da vida, o Sol do Microcosmo, exatamente como poderíamos considerar o Sol como o coração do mundo ... este familiar deus doméstico cumpre o seu dever para com o corpo todo, alimentando-o, acalentando-o e nutrindo-o, sendo o fundamento da vida e autor de tudo ((HARVEY 1628, BERNAL, 176, p.434).*

Para Harvey, o coração era o princípio da vida, pois, pelas suas qualidades e pulsações colocava o sangue em movimento. Segundo VENVILLE E TREAGUST (1997), a proposição de Harvey estava assentada sobre duas doutrinas Aristotélicas: a da analogia, - microcosmo – macrocosmo – e a da crença na perfeição do movimento circular.

Na argumentação de BERNAL (1976), a proposição de Harvey foi absolutamente indispensável para que pudesse emergir uma fisiologia racional. A partir de Harvey, o organismo passa a ser considerado como um conjunto de

órgãos dotados de uma circulação que mantém todas as partes em comunhão com todas as outras, numa relação química e nutritiva.

Segundo DÉCOURT (1990), em *Exercitatio Anatômica De Motu Cordis*, Harvey descreve observações atentas, com afirmações providas de raciocínio lógico, e também orienta o leitor para o entendimento das fases sucessivas através das quais foi sendo elaborada a sua doutrina. Adverte, ainda, que este livro representou uma **revolução no pensamento biológico e um marco no campo da investigação médica**. A Cardiologia Moderna iniciou-se a partir de Harvey, cujos estudos significaram o afastamento de teorias hipotéticas, do raciocínio escolástico, abrindo caminho para novos estudos anatômicos e embriológicos em seus aspectos específicos, bem como para estudos comparativos com outros animais. DÉCOURT (1990) refere-se a um historiador médico para o qual

... **“os cientistas ao considerarem o coração como uma bomba abriram a via do que seria uma interpretação mecânica de processos fisiológicos, ou seja, do que envolve conceitos hidrodinâmicos...** (KING, 1978, in: DÉCOURT, 1990, p. 46).

*De Humani Corporis Fabrica*, de Vesálio e *Exercitatio Anatômica De Motu Cordis*, de Harvey, para além de constituírem grandes marcos para o conhecimento bio-médico específico, são obras elaboradas sob um estilo de pensamento em construção. A partir delas, outros pesquisadores passaram a comparar o corpo humano a uma maquinaria, logo, passível de ser examinado como tal. Muitos conceitos de outras áreas do conhecimento foram importados para a biologia, para, através de analogias, tornar inteligível partes dessa misteriosa máquina - o corpo humano. Assim, os termos bomba, válvulas, vasos, ficaram associados, também, na disseminação do sistema sangüíneo.

HALL (1962) argumenta que a interpretação de Harvey se deu através de buscas ao longo de uma série de anos de paciente pesquisa e esteve em debate por cerca de vinte anos antes de ser aceita amplamente. René Descartes, segundo HALL (1962), foi o primeiro a retirar o trabalho de Harvey de um estreito

contexto profissional e o primeiro a demonstrar a sua coerência com uma visão totalmente nova da natureza: a filosofia mecânica.

À interpretação de Harvey sobre o movimento do sangue no corpo humano foram, posteriormente, acrescidos conhecimentos que hoje estão presentes no modelo que é disseminado no contexto do ensino da circulação sangüínea. Tais conhecimentos, produzidos por coletivos de pesquisadores, permitiram, por exemplo, que pudéssemos compreender atualmente a mudança qualitativa do sangue e suas funções, devido à presença dos gases oxigênio e carbônico no corpo humano, dentre outros conhecimentos relativos à composição do sangue.

O estilo de pensamento permeado por uma filosofia mecanicista sobre a compreensão do corpo humano, inaugurado a partir de Harvey, continua em sua fase clássica de extensão. Assim, no próximo capítulo dissertarei sobre a circulação de idéias relativas a este estilo de pensamento no círculo exotérico que ocorrem através dos livros destinados ao ensino fundamental e médio e da educação superior. Também serão consideradas as implicações das analogias surgidas no contexto da produção do conhecimento, tais como bomba, válvulas e vasos, e utilizadas na disseminação do conhecimento para a compreensão do movimento do sangue no corpo humano.

## CAPÍTULO V

### ENSINO DO MOVIMENTO DO SANGUE NO CORPO HUMANO

#### V.1. Educação em Ciência e Coletivos de Pensamento

No capítulo IV, dissertei sobre a instauração de estilos de pensamentos médicos, tendo como referência o movimento do sangue no corpo humano. Considerei, sobretudo, o papel da circulação intercoletiva de idéias na constituição e na instauração do estilo de pensamento de Galeno e de Harvey. Por sua vez, a extensão de um estilo de pensamento, no período classista, entre os especialistas que constituem o coletivo de pensamento a que estão aderidos, ocorre através da circulação intracoletiva de idéias.

A compreensão do movimento do sangue no corpo humano é compartilhada, dentre outros especialistas, particularmente, por anatomistas e fisiologistas, cujas atividades profissionais são orientadas por conhecimentos e práticas específicas. Estes especialistas compõem círculos esotéricos através dos quais há a **circulação intracoletiva de idéias**. Devido a esta circulação, durante a fase de formação, os especialistas se apropriam de conhecimentos e práticas, características do coletivo de pensamento ao qual pertencem, as quais são disseminadas nesta circulação intracoletiva, por exemplo, em trabalhos de congressos e em artigos de revistas específicos de suas respectivas áreas de atuação.

A disseminação destas idéias ocorre também através da circulação intercoletiva, na medida em que, relativamente ao círculo esotérico, encontram-se outros círculos exotéricos, dentre eles, aqueles denominados de círculos constituídos por "leigos" e por "leigos formados" (SCHÄFER e SCHNELLE, 1986).

Estes autores, ao considerarem a compreensão de Fleck sobre a relação do círculo esotérico com outros círculos, explicitam:

*Ao redor dele se estabelece um círculo exotérico maior formado por “leigos formados” que participam desse saber científico. Entre as duas esferas ocorrem formas específicas de comunicação. A base do saber exotérico é a confiança na competência dos especialistas esotéricos. O saber exotérico simplifica, deixa à margem detalhes e generaliza com o fim de fazer-se compreensível ao leigo (SCHÄFER e SCHNELLE, 1986, p. 32).<sup>15</sup>*

A circulação de idéias ocorre em distintos espaços sócio-culturais: educação escolar, museus, palestras etc, assim como também através de material impresso tais como livros e revistas de divulgação científica, panfletos de postos de saúde pública, cartazes e, ainda, através da mídea eletrônica, nas suas mais variadas formas.

Assim sendo, neste capítulo, passo a considerar a circulação intercoletiva de idéias em círculos exotéricos, particularmente no círculo de professores do ensino fundamental e do ensino médio, os quais estou denominando de “leigos formados”. Estes professores correspondem a um círculo exotérico em relação aos especialistas esotéricos referidos anteriormente. Os professores, mesmo que compartilhem de alguns dos conhecimentos produzidos pelo círculo de especialistas, distingue-se do círculo esotérico na medida em que as práticas por eles estabelecidas são outras.

Os professores do ensino fundamental e do ensino médio têm como meta profissional a veiculação daqueles conhecimentos produzidos pelos especialistas, através de práticas didático-pedagógicas que são fundamentadas (ou deveriam ser) no currículo da sua formação. Já os especialistas compartilham

---

<sup>15</sup> Com relação a este aspecto é a seguinte a afirmação de Fleck (1986): *No círculo exotérico se encontra toda uma ampla gama de “diletantes instruídos”. O primeiro efeito da estrutura geral do coletivo de pensamento científico consiste, portanto, na oposição entre o saber especializado e o popular* (Fleck, 1986, 160, aspas do autor e grifo meu).



de outras práticas relacionadas à investigação de modo a produzir novos conhecimentos da sua área específica.

Podemos considerar, então, que os professores se constituem, também, em coletivos de pensamentos na medida em que compartilham, além de conhecimentos específicos da área em que lecionam, daqueles oriundos da área educacional, que implicam, ainda, em práticas específicas não necessariamente comuns daqueles especialistas.

Em outro trabalho (DELIZOICOV, N. 1995) onde investiguei a atuação docente de professores de ciências naturais através da interação destes com o livro didático, no ensino de programas de saúde, conforme me referi na apresentação desta tese, foi possível identificar três grupos de professores a partir da análise de suas práticas didático-pedagógicas.

Os parâmetros considerados para a análise das práticas docentes foram:

*1- desvelar ou não ... idéias subjacentes no texto; 2- o papel atribuído ao livro didático, pelo professor em relação à sua utilização em sala de aula, quando os alunos o possuem, ou fora dela no preparo das aulas; 3- as concepções de saúde-doença dos professores, 4- as concepções de ensino-aprendizagem reveladas pelos professores ao discorrerem sobre a maneira como abordam os conteúdos de Programas de Saúde (DELIZOICOV, N. 1995, p. 71).*

Os pressupostos, concepções e práticas compartilhadas pelo grupo de professores investigados, abstraídas da análise das entrevistas, permitiram distinguir três coletivos de pensamento com seus respectivos estilos de pensamento pedagógicos. Um deles, cujas concepções e práticas compartilhadas centravam a atividade didático-pedagógica no professor, foi considerado como um coletivo de professores cujo estilo de pensamento pedagógico denominei de não transformador. O estilo de pensamento pedagógico a que estes professores se agregavam centrava-se numa concepção tradicionalista de educação. Um

segundo coletivo de professores, alinhados a práticas e pressupostos ligados à concepção progressistas de educação, segundo o entendimento em FREIRE (1975), compartilhava um estilo de pensamento pedagógico transformador. No terceiro coletivo foi possível identificar aspectos de cada um dos estilos de pensamento dos coletivos anteriores e, foram, assim, caracterizados como um coletivo de professores cujo estilo de pensamento achava-se em transição.

Podemos considerar que, pelo menos para o grupo considerado naquela pesquisa, o círculo exotérico formado por professores de ciências pode ser caracterizado por matizes (FLECK, 1986) de um estilo de pensamento, se não por distintos estilos de pensamento, uma vez que as práticas pedagógicas compartilhadas pelos coletivos não são absolutamente as mesmas.

Por sua vez, os coletivos de professores do ensino fundamental e do ensino médio podem ser considerados como um círculo esotérico, devido aos conhecimentos e práticas compartilhados entre os pares, relativamente ao círculo dos alunos destes dois níveis de ensino, uma vez que estes não compartilham, ainda, dos conhecimentos e nem das práticas dos professores. Assim, relativamente ao coletivo de professores, os alunos se constituem como integrantes de um círculo exotérico. Estarei denominando de “leigo” o círculo exotérico formado pelos alunos.

Passo agora a dissertar sobre a circulação intercoletiva de idéias no âmbito da educação escolar. Para tanto, inicio pelos dados obtidos através da análise dos livros didáticos do ensino fundamental e do ensino médio bem como da análise das entrevistas com os professores no que diz respeito às respectivas práticas didático-pedagógicas relativas ao ensino-aprendizagem do movimento do sangue no corpo humano.

## **V.2. –Disseminação de Idéias em Círculos Exotéricos**

Neste item, considerarei a circulação de idéias no âmbito da educação escolar que colaboram, talvez determinantemente, na constituição dos dois círculos exotéricos que se relacionam com o ensino do movimento do sangue no corpo humano.

Na seqüência, abordarei esta circulação de idéias no coletivo de leigos constituído por alunos. No próximo item, analisarei esta circulação no coletivo de leigos formados constituído por professores, tendo como parâmetros dados relativos à formação, obtidos a partir da análise das entrevistas e dos manuais utilizados na graduação.

### **V.2.1.– Coletivos Leigos no Âmbito da Escola**

Conforme explicitado no capítulo III deste trabalho, foram analisados os respectivos capítulos sobre o sistema circulatório humano de oito livros didáticos, sendo três deles do ensino fundamental e cinco do ensino médio. Os objetivos, segundo os quais os livros foram examinados, encontram-se, também, no capítulo III. Foram considerados os seguintes aspectos: Trajeto do Sangue - Um Sistema Fechado; Identificação de Analogias; Identificação de Ilustrações e A Interdependência entre os Sistemas do Corpo Humano.

Passo a dissertar sobre cada um destes aspectos, ressaltando a forma como os conteúdos a eles relacionados estão veiculados nos livros didáticos analisados. Apresento, também, as posições dos professores do ensino fundamental e do ensino médio relativas ao ensino do sistema sangüíneo. Vale ressaltar que os dois textos examinados pelos professores, dos dois níveis de ensino, foram extraídos dos livros didáticos analisados. Desta forma, os pareceres

dos professores, obtidos nas entrevistas, referem-se aos respectivos textos por eles examinados.

#### V.2.1.1. - Trajeto do Sangue - um Sistema Fechado

Entre os oito livros, quatro deles fazem referência à circulação do sangue como um sistema fechado. Dentre estes quatro livros, **dois** são do **ensino fundamental** e **dois** do **ensino médio**.

Nos livros do **ensino fundamental**, encontra-se a informação de que o sangue circula no interior de um sistema fechado de vasos sem, no entanto, fornecer esclarecimentos sobre o significado de tal afirmação, ou seja, a informação é simplesmente apresentada, como seguem os exemplos abaixo:

*... os vasos sangüíneos formam, juntamente com o coração, um **circuito fechado**, por meio do qual o sangue circula pelo organismo (MARCONDES e SARAIEGO, 1998, p.70, grifo meu)*

*... cada vaso está ligado a outro, formando uma **circulação dupla, fechada e completa** (BARROS e PAULINO, 2001, p.127, grifo meu).*

Em nenhum outro momento do texto estas informações são retomadas, parecendo assim indicar que cabe ao professor ampliá-las e explicitá-las aos alunos, ou seja o que vem a ser um sistema fechado, o que significa a circulação do sangue ser dupla e completa, como chegou-se a estas conclusões.

Nos livros do **ensino médio**, a situação é a mesma, ou seja, a informação também é simplesmente apresentada e o que é acrescentado tem pouco significado no sentido de ajudar o aluno a melhor compreendê-la.

*No corpo humano, a circulação é do tipo **fechada** (o sangue circula unicamente dentro de vasos), **dupla** (realiza um duplo circuito, com grande e pequena circulação) e **completa** (nela não há qualquer mistura de sangue arterial com sangue venoso) (SOARES, 2001, p. 135, grifo do próprio autor).*

*Na espécie humana a **circulação é fechada, dupla e completa** (PAULINO, 2000, p. 250, grifo meu).*

Em um dos livros do ensino médio (PAULINO, 2000), a circulação humana é abordada em apenas uma página e meia. Talvez isto possa ser compreendido como a necessidade de fornecer ao aluno, um possível pré-vestibulando, aspectos do conteúdo que ele deva memorizar para a realização de provas que requerem apenas dados conclusivos.

Se esta é a situação da circulação de idéias através da comunicação escrita para o coletivo de leigos constituídos por alunos, ela também subsidia o ensino ministrado pelo professor que tem no livro didático um forte apoio para a sua atuação docente.

No exame dos respectivos pareceres dos **professores**, tanto do **ensino fundamental** quanto do **ensino médio**, este aspecto da circulação sangüínea como um sistema fechado, não é explorada no primeiro momento, ou seja, na fala espontânea quando o professor fornece seu parecer sobre o texto, parecendo, assim, que a informação é apenas por eles repassada. No entanto, quando solicitados a se posicionarem sobre esta questão, as explicações são semelhantes. Apresento abaixo duas citações, a **primeira** refere-se a um professor do **ensino médio** e a **segunda** a um professor do **ensino fundamental**.<sup>16</sup>

*... eles (os alunos) não conseguem entender muito bem ... eles só conseguem se você trabalhar com a circulação*

---

<sup>16</sup> As letras A, B e C referem-se a professores do ensino fundamental; as letras D, E e F, a professores do ensino médio.

*de outros animais, você mostra como é a aberta, mas mesmo assim é muito complexo (Prof. D)*

A posição do professor D pode ser compreendida, levando-se em consideração que uma das razões para o difícil entendimento por parte dos alunos deriva, principalmente, da informação se achar completamente solta e desarticulada do restante do conteúdo do texto, uma vez que ela não é retomada em nenhum outro momento para maiores esclarecimentos.

*... este esquema não dá a impressão que é um sistema contínuo e fechado que ... circula dentro de vasos ... então eu explico que o sangue circula dentro de vasos, que não sai para o exterior ... o autor não comparou a circulação humana com a de outros grupos ... (Prof. B).*

Como será visto mais adiante, os livros com os quais os professores realizaram seus estudos na graduação, também apresentam esta informação sem explorá-la. Talvez, isto possa ser justificado por tratar-se de livros destinados à formação de especialistas, ainda que sejam utilizados em cursos para não especialistas na área médica, como é o caso da licenciatura de futuros docentes de ciências e de biologia.

A forma como esta informação se acha veiculada não difere de tantas outras presentes em livros didáticos, deixando, assim, implícito que sempre foi essa a única possibilidade elaborada para a explicação da movimentação do sangue no corpo humano. Parecendo ser uma conclusão óbvia e lógica, resta ao aluno acreditar na informação contida no livro e/ou na palavra do professor. Neste caso, é o poder da autoridade que desempenha o papel na transferência mecânica e a-crítica de conteúdos. Não há relação e nem uma discussão sobre circuito fechado, circulação aberta, produção e volume do sangue, que poderiam suscitar discussões e aguçar o raciocínio do aluno. Ou seja, o conhecimento não é problematizado, o aluno é simplesmente informado. Dentre outras conseqüências, destaco aquelas relativas às pesquisas sobre as concepções que os alunos têm a respeito do movimento do sangue, segundo a qual o movimento não ocorre em um circuito, conforme visto no capítulo I. Como destacam ARNAUDIN e MINTZES

(1985), além dos alunos da escola francesa do ensino elementar, também os estudantes do ensino superior, de cursos de biologia, pensam que o sangue se movimenta entre as células.

A preocupação com a veiculação de dados e conceitos para um público não especialista, ou seja, para um grupo exotérico composto por leigos não formados, pode ter levado a uma simplificação da informação que acaba por torná-la inócua. Por vezes, na circulação intercoletiva de idéias, como é o caso que estou analisando, a simplificação ocorre de maneira tal que corrobora para uma compreensão ingênua da ciência, segundo a qual os conhecimentos científicos são verdades absolutas e inquestionáveis. Carrega implícito, também, um conhecimento enquanto produto sem gênese e não processual, elaborado por pessoas especiais que, por inspiração genial, revelam a verdade.

Embora haja necessidade de simplificação durante a circulação das idéias do contexto do círculo esotérico para o contexto do círculo exotérico, uma vez que não se trata de formar especialistas, fica a interrogação: se nesta simplificação é preciso falsear o processo pelo qual se elaborou o conceito de movimento do sangue atualmente aceito? Esta simplificação, portanto, fica na dependência da concepção que as pessoas envolvidas no processo da educação formal têm da ciência, da educação e do processo de ensino-aprendizagem. Há concepções que não são as mais adequadas para o desenvolvimento de uma postura crítica e transformadora, tanto na formação dos professores, quanto na formação de seus futuros alunos.

Com relação ao ensino-aprendizagem, mesmo que não se opte pela explicitação de aspectos históricos, ou seja, não se use a abordagem histórica com os alunos do ensino fundamental e médio, é através do seu conhecimento que o professor poderá identificar as situações e os problemas investigados, dentre eles, por exemplo, o do volume de sangue no corpo humano, enfrentado por Harvey e que levou à proposição da interpretação do movimento do sangue segundo um sistema fechado. Além disso, a abordagem do problema através de uma contextualização histórica pode se constituir, do ponto de vista didático

pedagógico em uma alternativa com a qual algumas das críticas apresentadas possam ser superadas.

Um dos pontos defendidos nesta tese é a necessidade de que, no currículo de formação inicial de professores, insira-se a história e a filosofia da ciência como uma disciplina que possa auxiliar o futuro professor não só na compreensão do processo de produção de conhecimentos como também conscientizá-los dos problemas que ocorrem e devem ser enfrentados na sua disseminação.

### V.2.1.2 - Identificação de Analogias

Em um dos livros do **ensino fundamental** (SILVA JR., C; SASSON, S.; SANCHES, P. S. B. 1998), do qual foi extraído o texto para os professores examinarem, há uma metáfora que contém algumas analogias.

Quero destacar que, na citação que se segue, encontra-se um exemplo envolvendo analogias que pode ser considerado um obstáculo à apropriação do conhecimento pelo aluno sobre a estrutura e a função do coração. Com o subtítulo “A melhor Bomba já Fabricada”, é apresentada uma série de “Especificações Técnicas” a respeito do coração enquanto uma bomba.

Após o subtítulo encontra-se a seguinte citação:

**Material:** *é produzida com material biológico de alta resistência. ...* **Combustível:** *glicose; para uma combustão correta, também é necessário oxigênio. ...* **Revisões periódicas:** *não são necessárias; a bomba foi **projetada para durar a vida inteira do usuário*** (SILVA JR., C; SASSON, S.; SANCHES, P. S. B. 1998, p. 95, grifo meu).



Segue a argumentação crítica de professores do **ensino fundamental**.

*Ah! Isto aqui eu acho um absurdo ... então o coração foi fabricado? ... eu posso até comparar o coração com uma bomba, só que o coração foi fabricado? ... isto é uma coisa bem mecânica. Eles (alunos) acabam absorvendo isto e não o que é real ... isto vai causar mais impacto do que o próprio conteúdo ... eles vão ficar com a idéia de bomba ... e vão esquecer que o coração é um órgão ... **o que vai marcar é a bomba** (Prof. C, grifo meu).*

*... dá a impressão de imortalidade, que não vai parar nunca ... de um super órgão ... a questão do coração está muito relacionada com o estilo de vida da pessoa ... a gente vê isto todos os dias nos meios de comunicação, e aqui ... uma bomba **pronta imbatível ... o estilo de vida talvez seja a principal coisa que deva ser discutido na 7ª série** ... (Prof. B, grifo meu).*

Como argumenta o professor B, as informações levam a uma compreensão incorreta do órgão em si, de seu funcionamento e das patologias que nele venham a ocorrer. Portanto, esta analogia em nada facilita uma melhor compreensão pelo aluno sobre as características do coração como um órgão encarregado de colocar o sangue em movimento no interior do corpo humano. Primeiro, porque veicula inverdades, ou seja, leva o leitor a pensar que exames periódicos junto ao cardiologista, por exemplo, são desnecessários para todos os indivíduos, uma vez que o coração foi “projetado” para durar a vida toda. Segundo, o termo “projetado” deixa subentendido que alguma entidade foi responsável pela arquitetura do corpo humano, reforçando, assim, a crença na criação do homem. Esta posição merece toda uma discussão e talvez fosse melhor não estar presente no livro texto desta forma, solta e jogada. Em terceiro lugar, não se estabeleceu um raciocínio analógico de forma adequada.

Conforme apresentado no capítulo I, a literatura tem mostrado que a elaboração de um raciocínio analógico requer procedimentos que precisam ser

considerados para que a analogia possa ter alguma eficácia no processo de ensino-aprendizagem. Naquele exemplo, o leitor não foi advertido de que se estaria fazendo uso de uma analogia. Expressões, tais como, “de modo parecido”, “assim como”, etc, ainda que de forma implícita, ajudam a comunicar que se trata de uma analogia. Como visto no capítulo I, as analogias são simplesmente apresentadas nos livros didáticos, deixando que professores e alunos estabeleçam as relações analógicas, mas nem sempre eles estão preparados para tal empreitada.

Em apenas um, dos oito livros analisados, não se encontra a comparação do coração com uma bomba. Este livro refere-se ao ensino médio. Nos outros, a analogia é apresentada em informações textuais sem que estejam estabelecidas as devidas correlações de funções entre o objeto, ou seja, qual tipo de bomba e o órgão, o coração. As duas citações seguintes referem-se a **livros do ensino fundamental**, sendo que a segunda faz parte do texto examinado pelos professores. Na primeira, supostamente a referência é o de uma bomba hidráulica, mas isto não é explicitado. No segundo, uma “bomba de grande potência” pode ser inclusive uma do tipo nuclear!

*O **coração** é, basicamente, um **músculo** do tamanho aproximado de uma mão fechada, **que bombeia** o sangue para todo o corpo, sem parar (BARROS e PAULINO, 2001, p.124, grifo meu).*

***Sabemos hoje que o coração é apenas uma bomba de grande potência e regularidade, que empurra o sangue ao longo dos vasos sanguíneos** (SILVA JR., C; SASSON, S.; SANCHES, P. S. B. 199., p. 95, grifo meu).*

As duas citações anteriores permitem ao aluno somente inferir que o coração é uma bomba e, mais ainda, é a bomba que ele imaginar, seja ela qual for. Além de não informar ao leitor que se está fazendo uso de uma analogia, não são estabelecidas as relações de correspondência entre o artefato e o órgão. Não é, também, explicitado porque esta relação foi pensada e estabelecida. Desta forma, tanto alunos quanto professores podem associar o

termo bomba a qualquer artefato do gênero e não a uma bomba hidráulica como foi pensado no contexto da produção do conhecimento, conforme visto no capítulo IV.

A argumentação de **professores do ensino fundamental** a respeito desta analogia.

*... isto para mim é essencialmente mecanicista ... não é de gente que eles estão falando ... **uma poderosa bomba me pareceu uma expressão bélica ... imagina uma bomba dentro do teu peito parece que vai estourar a qualquer hora** (Prof. A, grifo meu).*

*A impressão que dá quando tu fala de **bomba** é uma coisa que explode ... para a gente pode parecer uma coisa boba mas para o aluno faz diferença ... .. uma bomba pronta imbatível ... Acho que o aluno tem uma noção de como funciona uma bomba ...eu não comparo com nada ... eu não estou falando como funciona uma bomba ... eu uso o termo e provavelmente para o aluno passa despercebido ... tenho a impressão de que apesar de todo o meu esforço ele não entende como funciona ... talvez **se ele pudesse visualizar como é o funcionamento de uma bomba** ... a questão do coração está ... relacionada com o estilo de vida ... e o estilo de vida talvez seja a principal coisa que deva ser discutido na 7ª série ... (Prof. B, grifo meu).*

Conforme FLECK (1986) e destacado por SUTTON (1996), no estilo de pensamento moderno certos termos tornaram-se tão familiares que são utilizados sem que se questione sua origem. Tal observação é consistente para a circulação intracoletiva de idéias, isto é, no interior de coletivos específicos. Como será visto mais adiante, em um dos manuais utilizados para a formação de especialistas, um dos capítulos tem como título **O CORAÇÃO COMO BOMBA** (MILL e VAZQUEZ, cap. 35, p. 392, in AIRES, 1999). Para os estudantes de Biologia que estão se inserindo em um campo específico do saber, este título

pode ser completamente compreensível, pois passou a fazer parte da estrutura de pensamento do círculo de especialistas. No entanto, o mesmo raciocínio nem sempre pode ser aplicado para os círculos exotéricos, como é o caso dos círculos formados por leigos não formados, os alunos do ensino fundamental e médio. A transposição descontextualizada historicamente do termo bomba para o contexto da disseminação do conhecimento acarreta problemas que dificultam a compreensão de conceitos científicos pelos alunos e, muitas vezes, pelos próprios professores.

O professor B parte do pressuposto de que o aluno tem noção do que seja uma bomba, seja ela qual for, portanto, ele vai fazer as associações que quiser. No entanto, reconhece que a compreensão do funcionamento de uma bomba o ajudaria a entender melhor a função do coração.

Quanto aos **livros do ensino médio**, estes, também, simplesmente apresentam a analogia. Em alguns deles, no entanto, encontram-se expressões que deixam subentendido que se está fazendo uso de uma analogia, mas não apresentam as relações analógicas que podem ser estabelecidas entre o coração e uma bomba hidráulica, como é o caso das citações apresentadas a seguir:

*O Coração é um órgão de paredes musculosas grossas ... que atua como bomba premente propulsora do sangue para todo o corpo* (SOARES, 2001, p. 135, grifo meu).

*O sistema circulatório é constituído por extensa rede de vasos conectada a uma bomba propulsora de sangue, o coração* (GOWDAK e MATTOS, 1991, p.251, grifo meu).

*O coração funciona como uma bomba que se contrai e se relaxa ritmicamente* (LINHARES & GEWANDSZNAJDER, 1998, p.317, grifo meu).

Esta última citação pode levar o leitor a concluir que há uma bomba, cujo funcionamento ocorre através de contrações e relaxamentos, assim como o coração. O leitor poderá se perguntar qual é a bomba que tem esse tipo de

funcionamento. O aluno pode ser levado a concluir que uma bomba funciona da mesma forma que o coração, e não o contrário. A comparação entre a função de uma bomba propulsora de líquidos e a função do coração como o órgão encarregado de impulsionar o sangue, não foi estabelecida de forma adequada.

Os **professores do ensino médio**, ao se posicionarem sobre a analogia coração – bomba, argumentaram:

*O coração é como uma bombinha, como o motor de um carro ... os alunos entendem que a **bomba** é algo para ter **força** ... e eles relacionam bombinha de água com o motor do carro ... da máquina de fazer cimento que ajuda a fazer força (Prof. F, grifo meu).*

O professor “F” argumentou que não encontra dificuldades nesta associação bomba-força-coração, tanto por ocasião de sua explanação como para o entendimento pelos alunos, justificando que são alunos do curso noturno, mais velhos em relação aos alunos do ensino fundamental e, ainda, por exercerem atividades profissionais diversas.

Solicitado ao professor E, **como discute com o aluno** a função do coração **em suas aulas**, esta foi a sua posição:

***Através daquela situação comum, é uma bomba, incentivada pelo sistema nervoso que tem o seu batimento ... que a gente chama de sístole e de diástole ... então o sangue circula continuamente ... tem uma bomba no laboratório a gente manualmente pressiona e você vai ver que o líquido corre continuamente ... é como se fosse uma bomba de plástico ... como se fosse uma gaita de fole (Prof. E).***

Os professores F e E procuraram fazer uma comparação para ajudar os alunos a melhor compreenderem a analogia, no entanto, não foi possível se distinguir a elaboração de um raciocínio que indique as relações de paridade entre o coração e os objetos por eles utilizados como exemplos. Neste sentido, parece ser imprescindível que se insira nos cursos de formação uma discussão

sobre o uso e a elaboração de analogias uma vez que as mesmas estão presentes em número considerável nos conteúdos das ciências naturais. Esta discussão pode contribuir para que os professores se posicionem criticamente diante do livro didático, melhorem a elaboração de suas próprias analogias e, ainda, ajudem os alunos a criarem suas analogias. Como mencionado no capítulo I, as analogias tendem a alcançar maior eficácia quando elaboradas pelos próprios alunos.

Um outro professor informou que não usa a palavra bomba com seus alunos, apenas diz a eles que o coração é um músculo que tem a função de fazer o sangue circular através de contrações. No entanto, ao ser solicitado para se posicionar sobre o texto por ele examinado, no que se refere à comparação do coração com uma bomba, foi a seguinte a sua argumentação:

*Ele compara (o autor) com uma ... (silêncio) ....uma (silêncio) ... bomba de água de prédio, que puxa água de cima para baixo, como se fosse uma máquina ... é que eu moro num prédio e essa palavra é comum (Prof. D).*

A forma como o professor se expressou deixou-me entender que a interpretação por ele fornecida sobre a informação contida no texto tenha sido algo elaborado naquele momento da entrevista. Ele fez uma associação com a função de uma bomba que ele conhece, ou seja, uma bomba que envia água de baixo para cima, no prédio onde mora.

A história da ciência e/ou a história da biologia poderia fornecer informações sobre a gênese dessa concepção mecanicista do corpo humano, que no início da Idade Moderna passou a ser visto, analisado e estudado como se fosse uma máquina. É sob essa concepção de corpo humano que se importaram conceitos da engenharia hidráulica para se explicar o sangue se movimentando em um circuito fechado, tendo este sistema um órgão, o coração, que desempenha uma função semelhante à de uma bomba hidráulica.

Assim, o estudo da história e da filosofia da ciência e/ou da biologia sob uma perspectiva epistemológica poderia ajudar professores e alunos a

melhorar suas respectivas compreensões do processo de produção de conhecimentos científicos. Ao estar instrumentalizado, o professor teria melhores condições para analisar e julgar as informações contidas nos livros didáticos. Permitiria, ainda, que ele pudesse localizar alguns dos problemas envolvidos na disseminação do conhecimento a partir do contexto de sua produção e enfrentá-los no processo de ensino-aprendizagem.

Conforme foi visto no capítulo IV o conhecimento, ao longo do processo de disseminação a partir dos círculos esotéricos até chegar ao círculo exotérico, pode ganhar alguns atributos e perder outros. Esta parece ser uma característica inevitável da circulação intercoletiva de idéias.

Entretanto, os elementos retirados ou agregados ao conhecimento, particularmente quando se trata daquele destinado à educação formal, ou seja, à iniciação científica, não devem chegar a comprometer o entendimento de um conceito científico. Portanto, o professor deve ter condições de examinar as possíveis deformações que se sucederam ao longo do processo de disseminação, mas, para isto é necessário que tenha a visão histórica do que ocorreu durante a produção do conhecimento que está sendo abordado.

Muitas vezes, a semelhança entre o conhecimento disseminado e aquele produzido no interior do círculo esotérico não passa do simples uso da nomenclatura. O conhecimento acaba se constituindo em um sistema de rotulação (SUTTON, 1996), em uma ciência “desumanizada” e inventada não se sabe por quem e nem porque.

De acordo com FLECK (1986), a circulação intercoletiva leva a uma gama de variações de valores que pode chegar até a uma mudança completa do sentido original. Argumenta, ainda, que este é o significado epistemológico mais importante da circulação de pensamento intercoletivo. As palavras constituem, segundo o autor, um objeto especial na circulação intercoletiva uma vez que a elas se acham agregados elementos que, quando circulam intercoletivamente, levam a variações em seu significado. Essa variação, a que o autor se refere, é inevitável. Portanto, necessário se faz minimizar os problemas que esse procedimento acarreta no processo de ensino-aprendizagem das ciências naturais.

Uma outra analogia frequentemente encontrada nos livros didáticos dos dois níveis de ensino refere-se à comparação do tamanho do coração com o tamanho de uma mão fechada de uma pessoa adulta. Esta analogia me parece válida na medida em que é estabelecida uma comparação entre elementos que são conhecidos pelos alunos, isto é, de elementos de seu próprio corpo. Esta analogia está presente em quatro dos oito livros analisados, sendo dois do ensino fundamental e dois do ensino médio. As citações que seguem referem-se, respectivamente, a livros destes dois níveis de ensino.

*O coração ... um músculo do **tamanho** aproximado de uma **mão fechada**, que bombeia o sangue para todo o corpo, sem parar (BARROS e PAULINO, 2001, p. 124, grifo meu).*

*O **coração** é um órgão ... pouco maior, no adulto, que um **punho fechado** ... (AMABIS e MARTHO, 1999, p. 405, grifo meu).*

Nos três livros do ensino fundamental encontram-se comparações entre a função do sangue como transportador de substâncias para as células do organismo e a de um veículo transportador de materiais para determinados locais.

*... o sangue recolhe oxigênio dos pulmões e alimento do intestino e os distribui para cada uma das células, **da mesma forma que a carne e as verduras e frutas são distribuídas numa cidade.** ... Os resíduos que cada célula produz são levados pelo sangue até os órgãos que os expulsarão do corpo, da mesma forma que o lixo da cidade é recolhido e eliminado (SILVA JR., C; SASSON, S.; SANCHES, P. S. B. 1998, p.92, grifo meu).*

Esta citação se acha acompanhada de uma foto onde se observa parte de um sistema rodoviário de uma cidade. Segue a argumentação dos professores.



*... o aluno vai ... perguntar: será que o sangue que circula dentro de mim, circula assim, será uma rodovia que eu tenho dentro de mim, será que é uma coisa parecida com isso? ... acho que tem que ter muito cuidado na hora de se fazer um tipo de comparação como esta (Prof.C).*

*Ele (o autor) coloca pessoas e mercadorias como se fossem a mesma coisa. Nosso corpo é comparado com ruas, avenidas, sistema de transporte de uma cidade como mostra aqui na foto ... o aluno não se reconhece neste corpo didático (Prof. A).*

Apesar da expressão **da mesma forma que**, na citação relativa ao livro didático anteriormente referido, a comparação concorre mais para dificultar do que para auxiliar a apropriação do conhecimento pelo aluno. Analisando-a, é possível pensar que o sangue “entrega” substâncias às células, assim como o faz o caminhão que entrega mercadorias em uma casa. Após o consumo destas mercadorias e substâncias, os dejetos são recolhidos. Segundo estas informações, é possível imaginar o trajeto do sangue como um sistema aberto, ou seja, o sangue chegando literalmente até às células onde substâncias são deixadas e consumidas e os dejetos recolhidos. Portanto, esta comparação pode vir a reforçar a concepção aberta do sistema circulatório, particularmente naqueles alunos que assim a concebem.

Segundo a interpretação de Galeno, vista no capítulo IV, o sistema aberto permitia não só que o sangue chegasse até os tecidos, como também, este sangue seria consumido para formar partes do organismo. Comparações como esta podem levar a interpretações incorretas. Muitos alunos concebem o sangue se movimentando segundo um sistema aberto (ARNAUDIN e MINTZES, 1985), conforme citado no capítulo I.

Talvez uma explicitação adequada do papel dos vasos capilares na comunicação entre veias e artérias ajudasse os alunos a compreender o trajeto do sangue como um sistema fechado.

Certas características presentes na disseminação do conhecimento necessitam ser analisadas para que se possa minimizar as possibilidades de interpretações equivocadas por parte dos alunos. O professor, tanto do ensino fundamental quanto do ensino médio, precisa estar instrumentalizado para enfrentar problemas característicos da disseminação do conhecimento em suas mais variadas formas.

Apesar dos professores declararem que organizam suas aulas consultando livros didáticos de vários autores, muitos fazem, também, uso de outros materiais tais como vídeos e revistas não propriamente de divulgação científica, mas, do que Fleck denomina de saber popular, a ciência popular. Tais recursos veiculam conhecimentos a círculos exotéricos mais amplos. Os professores, por vezes, fazem uso de tais materiais, até mesmo porque os alunos também os trazem para a sala de aula. Muitas revistas, ao veicularem a ciência popular, o fazem de tal forma que acabam por mitificar o conhecimento bem como as pessoas envolvidas na sua produção. São características do saber popular a simplificação artificial e a omissão de detalhes, mas são carregados de frases espetaculosas e ilustrações fantasiosas. Também são utilizadas comparações, nem sempre, porém, mediante elaboração adequada de um raciocínio analógico propriamente dito. Tais recursos são utilizados para obter eficácia na comunicação, como também para persuadir o leitor. Logo, para a utilização de tais materiais, assim como de revistas de divulgação científica, o professor necessita estar instrumentalizado.

As analogias encontradas nos livros analisados baseiam-se, geralmente, em uma visão mecânica do corpo humano. Esta visão, se não suficientemente compreendida por professores e alunos, ou seja, como e por que ela se estabeleceu, quais são suas potencialidades e limites, pode acarretar entendimentos pouco adequados. Penso que o uso de analogias denominadas de mecânicas são inevitáveis. A questão é de como elaborá-las e utilizá-las com os alunos. O corpo humano não é uma máquina. Quando uma máquina está com o seu funcionamento comprometido, muitas vezes a eliminação e substituição de alguma peça pode resolver o problema. Este mesmo raciocínio não se aplica ao corpo humano. O bem estar de um indivíduo não depende somente de ser

saudável fisicamente, isto é, apenas a ausência de doença. Assim, entre outros problemas, esta concepção mecânica do corpo humano pode levar e/ou reforçar a concepção biologicista do processo saúde doença, segundo a qual a saúde é recuperada quando se elimina o agente etiológico. A saúde de um indivíduo não está relacionada somente à presença ou ausência do agente etiológico no organismo. O seu bem estar envolve questões ligadas a aspectos sociais e econômicos que dependem de políticas voltadas para os interesses da população, particularmente, aquela menos favorecidas social e economicamente.

BERNAL (1976), citado no capítulo IV, destaca que a mecânica da circulação, proposta por Harvey, deu impulso para que o organismo fosse visto como uma máquina, mas este autor adverte que, mais tarde, chegou-se à conclusão de que o corpo humano era uma máquina muito mais complicada do que os homens do século XVI e XVII poderiam imaginar.

A história da ciência poderia ajudar os professores a melhor compreender a visão mecanicista que permeia o estudo do corpo humano. Traria, também, contribuições para melhorar a compreensão dos professores da dinâmica que envolve a produção e a instauração de conhecimentos, tanto no interior de círculos esotéricos, através da circulação intracoletiva de idéias como nos círculos exotéricos, pela circulação intercoletiva do conhecimento.

### **V.2.1.3. - Identificação de Ilustrações**

As ilustrações presentes nos livros analisados são constituídas por fotos, esquemas e desenhos. Em nenhum deles foi encontrada qualquer referência sobre a origem, autoria e/ou escala das ilustrações. Estas têm, em geral, a finalidade de sintetizar informações contidas no texto escrito. Poucos são os livros em que se encontra uma interação entre o texto e o leitor, como, por exemplo, ajudar o aluno a examinar uma ilustração. Assim como as analogias, as

ilustrações são mais numerosas nos livros destinados ao ensino fundamental do que nos livros do ensino médio.

Conforme argumenta FLECK (1986), quanto mais o saber exotérico se encontra afastado do esotérico, além de outras características que os diferenciam, destaca-se a utilização de recursos gráficos artisticamente elaborados, como uma das formas de persuadir o leitor. Embora, reconhece o autor, o grafismo também esteja presente entre os especialistas que o utilizam, dentre outros objetivos, para comunicar suas idéias aos seus pares.

Uma foto, em um dos livros do ensino fundamental, mostra um sistema viário, ao lado uma outra ilustração onde estão representados os capilares sangüíneos. A legenda informa que os capilares constituem as vias de transporte no corpo. Esta analogia, como analisada anteriormente, tem, entre outras implicações para o processo de apropriação do conhecimento pelo aluno, a possibilidade de levar a se pensar o movimento do sangue como um sistema aberto.

Nos livros do ensino fundamental, assim como naqueles do ensino médio, o coração está representado isoladamente, isto é, não inserido numa representação do corpo humano. São indicados e nomeados os principais vasos que chegam e que saem do coração, assim como as cavidades e as válvulas localizadas entre os átrios e os ventrículos. Há representações nas quais um lado do órgão se acha colorido em azul, indicando a presença de sangue venoso e o outro na cor vermelha, indicando a presença de sangue arterial. Estas cores estão presentes também na representação dos vasos que partem e chegam ao coração. Esta convenção que relaciona as cores azul e vermelho à qualidade do sangue encontra-se em todos os livros analisados. Em alguns deles há a informação de que o coração, embora representado isoladamente, localiza-se no interior da caixa torácica entre os dois pulmões.

O professor C, que na época da entrevista tinha apenas um mês de atividade profissional, argumentou que providenciaria ilustrações melhores do que aquelas presentes no texto. Para tanto, pesquisaria na biblioteca da universidade e também na internet, possibilidades que nem todo professor tem. Ao informar a

uma colega que não havia gostado do livro que tinha sido adotado na escola, sugeriu que implementasse algumas alterações durante as aulas, mas, se isto não fosse possível, ela deveria seguir o livro.

*... é o que vai acontecer, quando eu não puder fazer estas pesquisas ... a gente acaba seguindo o texto (profa. C, grifo meu).*

Vejamos como um dos **professores do ensino médio** lida com as ilustrações em suas aulas:

*... a confusão que eles fazem de ... artérias e veias... esta foto da página 136 (texto anexo) eu coloquei numa transparência colorida e apresentei .... eu falo que veia são todos os vasos que chegam ao coração e artérias são vasos que saem do coração eu faço eles repetirem em voz alta, para poder memorizar ... Esta figura da página 134 (texto anexo), eles ficam malucos, não entendem essa confusão de tubinhos vermelhos e azuis (Prof. F).*

Os professores utilizam as ilustrações presentes nos livros, reproduzindo-as em transparências, fazendo desenhos no quadro, solicitando aos alunos que acompanhem as explicações, observando o desenho do próprio livro. Argumentam que as ilustrações presentes nos livros didáticos dos dois níveis de ensino e, de diferentes autores, são sempre as mesmas.

Um professor do ensino médio, mas que também leciona no fundamental, fez a seguinte observação:

*Tem um livro da sétima série que tem uma figura errada e quem descobriu este erro foram os alunos (Prof. F)*

A ilustração à qual o professor se refere está presente, exatamente igual, isto é, com o mesmo equívoco, em dois dos livros analisados, um do ensino fundamental (BARROS e PAULINO, 2001) e outro do ensino médio (PAULINO, 2000). Trata-se de um esquema destinado a ilustrar as mudanças

ocorridas no sangue por ocasião de sua passagem pelos pulmões e pelo corpo em geral. Há uma inversão nas cores convencionadas para representar o sangue arterial e venoso. Neste último livro, na página anterior ao da referida ilustração, encontra-se uma outra, onde as cores foram utilizadas de forma correta.

Os movimentos de sístole e de diástole estão representados em cinco dos livros analisados. Isto se dá através de uma seqüência de três esquemas para representar os movimentos do coração, sendo que o primeiro deles ilustra a contração dos átrios para a expulsão do sangue para os ventrículos; o segundo esquema representa a contração dos ventrículos, o que permite a passagem do sangue para dentro dos vasos ligados a eles. Estes dois esquemas representam os movimentos de sístole e diástole dos átrios e dos ventrículos e o terceiro esquema representa as cavidades do coração em situação de descontração muscular.

Estes esquemas podem ser identificados como anatômicos dinâmicos, na medida em que enfatizam os movimentos do coração. A representação deste dinamismo é dada pela deformação anatômica temporária dos átrios e dos ventrículos que permite ao sangue se movimentar no interior do coração, passando das cavidades superiores para as inferiores e destas para os vasos. As deformações se acham acompanhadas por setas coloridas em azul e vermelho, de acordo com o lado do coração, com o objetivo de indicar a direção do percurso do sangue bem como a qualidade do mesmo. Estes esquemas anatômicos dinâmicos sintetizam informações contidas no texto.

Os professores de **ambos os níveis de ensino**, como já mencionado, fazem uso das ilustrações do livro. No caso dos movimentos de sístole e de diástole utilizam ainda, em suas aulas, outros recursos tais como:

*Mostro ... através de um vídeo ... de uma revista ...  
eu vou explicando, vou parando o vídeo e vou explicando (Prof.  
D).*

*Movimentos com a mão, mostro ... que é uma contração, a sístole para expulsar o sangue e o relaxamento, a diástole, que é a distensão, mas eles erram, mas os alunos que fazem a relação com a mãos acertam. Mas aulas com vídeo ajudam muito, eles visualizam (Prof. F).*

Os esquemas utilizados para representar a pequena e a grande circulação sangüínea apresentam grandes semelhanças entre si, para não dizer que são basicamente iguais, nos livros analisados. Estes esquemas podem ser denominados de fisio-dinâmicos uma vez que representam tanto o trajeto do sangue como a sua mudança qualitativa por ocasião da interação com o gás oxigênio e com o gás carbônico.

Estes esquemas são constituídos pela representação do coração, com suas cavidades coloridas em azul e vermelho e setas coloridas indicando a saída e a entrada de sangue nas mesmas. Para indicar a interação do sangue com o restante do corpo, algumas das suas partes são representadas por figuras ovais densamente vascularizadas, também na cor azul e vermelha. Uma figura oval localizada na parte superior, acima do coração, representa, segundo a legenda, os pulmões e a outra localizada na parte inferior, abaixo do coração, representa outras partes do organismo.

Setas em azul indicam o trajeto do sangue venoso saindo do ventrículo direito em direção aos pulmões e outra, em vermelho, saindo do pulmão em direção ao átrio esquerdo do coração, como sangue arterial. Esta é a representação da pequena circulação sangüínea. No mesmo esquema está representada a grande circulação sangüínea ou circulação sistêmica. Setas em vermelho indicam o caminho do sangue a partir do ventrículo esquerdo, levando sangue arterial para a figura oval, que está representando o corpo. Outras setas, em cor azul, indicam o trajeto do sangue a partir da figura oval em direção ao átrio direito do coração, levando sangue venoso.

Apesar da grande semelhança entre estes esquemas nos livros analisados, há umas poucas diferenças entre eles as quais se referem à presença de válvulas; orientações para o leitor ir analisando o esquema e à

qualidade visual, uma vez que em alguns livros percebe-se que o esquema parece ter sido extraído de um livro especializado. Nos livros do ensino médio, há maior quantidade de informações, tais como a nomeação das cavidades e dos vasos sanguíneos que levam e dos que trazem sangue ao coração; há também a indicação da localização das válvulas do coração e alguns órgãos internos, representados por figuras arredondadas, que estão nomeados, assim como as respectivas artérias e veias ligadas a eles.

Sobre este tipo de esquema, assim se posicionou um professor do **ensino médio** que também informou como lida com os esquemas em suas aulas.

*O aluno não consegue ter a noção de que a circulação está indo para a cabeça ... dentro de um corpo ele entenderia muito melhor, para a gente facilita para explicar, mas para o aluno não dá ... faço transparências, **neste caso não se encontra algo diferente** ... e faço a conexão entre os órgãos ... (Prof. D, grifo meu).*

O posicionamento deste professor deixa evidente o problema da fragmentação no estudo do corpo humano, bem como a visão de que o esquema constituiu uma ajuda para ele por ocasião da abordagem do conteúdo, porém, nem sempre para o aluno. Apesar de lançar mão de outros recursos, como transparências, estas acabam se constituindo em meras cópias dos livros uma vez que como ele mesmo informa há dificuldades de se encontrar outras alternativas a estes esquemas. Necessário se faz, portanto, um outro encaminhamento para o processo de ensino-aprendizagem que contribua para superar ou minimizar tais problemas apontados pelo professor.

Conforme destaca RONCIN (1987), também citado no capítulo I, os esquemas tradicionais levam os alunos a não associarem circulação sanguínea com nutrição. Esta observação pode ser, também, um dos problemas envolvidos na disseminação do conhecimento, isto é, o esquema descontextualizado reforça a visão fragmenta do corpo humano não contribuindo para a apropriação do conhecimento pelo aluno. Estes esquemas tradicionais geralmente se repetem



nos livros didáticos e são originários dos manuais utilizados na formação de especialistas, conforme será visto mais adiante. LAVARDE (1992) citado no capítulo I, adverte que essa uniformidade dos esquemas pode advir de uma ausência de reflexão sobre os mesmos. Parece que não há manifestação de interesse para se propor alternativas aos já existentes.

Em alguns dos livros, encontra-se o desenho de uma figura humana incompleta, pois estão representados apenas parte do pescoço, cabeça e braços, estando as pernas ausentes. No interior da mesma, aparecem apenas alguns órgãos sem justificativa sobre a ausência dos demais, e alguns vasos sanguíneos nomeados. Em outros livros, encontra-se o corpo humano representado por inteiro, com artérias e veias nomeadas e o coração, apresentando informações sobre o trajeto do sangue no corpo. Adverte ao leitor de que a função do esquema é apenas facilitar a visualização. O objetivo desta ilustração parece, portanto, ser a de informar que todas as partes do corpo humano são vascularizadas e, portanto, recebem sangue.

A semelhança entre os esquemas presentes nos livros analisados estende-se a vários outros livros de ciências naturais presentes no mercado, com os quais tive a oportunidade de trabalhar quando da minha atuação, por mais de duas décadas de anos, como professora de ciências, de biologia e como membro integrante do Grupo de Ensino e Pesquisa em Ensino de Ciências de Santa Catarina – UFSC - (GEPECISC).

Sobre o texto analisado (em anexo), um dos professores do **ensino fundamental** argumentou que:

*Este texto é praticamente igual a outro livro didático que eu já usei, os **esquemas**, o texto, a linguagem, as figuras também **se repetem** (Prof. B, grifo meu).*

Esta homogeneidade encontrada nos diferentes autores dos livros didáticos deixa o professor sem alternativas para inserir em suas aulas distintas abordagens sobre o mesmo assunto. A consulta a vários livros, conforme declaração dos professores entrevistados acaba sendo um trabalho em vão.

Quanto ao esquema da página 98 do texto, em anexo, examinado pelo professor C, a argumentação foi a seguinte:

*... até usaria este **esquema**, porém deixaria bem claro aos alunos que os órgãos estão conectados, que há uma dependência de funcionamento entre eles. ... **Explicar ... pode ser fácil mas fazer entender é meio complicado para o aluno** ... ele pode pensar que ao abrir um corpo ele vai encontrar isso ai .... **fazer comparação até pode .... mas deixar muito claro que não é assim** (Prof. C, grifo meu).*

Nota-se que este professor esforça-se para tentar superar a questão da fragmentação e das comparações estabelecidas de forma inadequada para uma compreensão pelo aluno do conhecimento veiculado. Esta característica do texto é também avaliada na posição do professor que segue abaixo:

*... a gente olha a figura e ... é uma coisa repartida em pedaços, eu **esperava que ele fosse incluir essa circulação num corpo** ..... esquema da página 99, corpo esfacelado amputado ... estas ilustrações não fazem sentido para mim, imagina para o aluno (Prof. A, grifo meu).*

Um professor do **ensino médio** assim se posicionou, a partir do texto (em anexo) por ele examinado, sobre a semelhança entre os livros utilizados por ocasião do preparo de suas aulas:

*... eu pego vários livros ... geralmente, eles dizem a mesma coisa, estes desenhos das páginas 134, 136 e 138, se eu pegar uns 10 livros que eu tenho, de anos diferentes e comparar com os livros que eu tenho mais atuais são todas as mesmas figuras e a forma e o conteúdo são idênticos ... (Prof. D).*

De forma geral, os problemas apontados pelos professores, A, B, e C do ensino fundamental, nos livros didáticos correspondentes a este nível de ensino são basicamente os mesmos declarados pelos professores D, E e F,

ensino médio, para os livros com os quais estes professores trabalham. Tal fato deixa, por exemplo, os professores do ensino fundamental sem alternativas, pois ao utilizarem os livros do ensino médio como fonte de consulta deparam-se com os mesmos problemas.

Conforme LAVARDE (1992), a grande semelhança entre os esquemas pode advir de um tal ponto de concordância sobre a pertinência das representações do sistema circulatório que parece impossível uma alternativa melhor. Argumenta, ainda, que a ausência de reflexões contribuiu para que o esquema depois de pensado fosse sendo reproduzido de forma automática. Para ele, os esquemas têm como finalidade veicular informações anatômicas e servirem como suporte para a nomenclatura.

#### **V.2.1.4. - Interdependência entre os Sistemas do Corpo Humano**

Em todos os livros analisados, os sistemas do corpo humano são abordados em capítulos ou itens separados, mesmo quando há a abordagem de conteúdos relativos à biologia comparada, nos livros do ensino médio. Desta forma, conforme citado no capítulo I, além da análise dos respectivos capítulos relativos ao sistema sangüíneo, foram examinados também, de forma pontual, os capítulos relativos aos sistemas respiratório, digestório, e excretor, com a finalidade de se localizar as relações entre estes sistemas e o sistema sangüíneo.

Em um dos **livros do ensino fundamental** (SILVA JR., C; SASSON, S.; SANCHES, P. S. B., 1998), no capítulo referente ao sistema circulatório, não se encontra qualquer referência sobre a interação deste sistema com os demais sistemas do corpo humano. Já, em outro livro, a única referência é sobre a formação dos compostos de oxiemoglobina e carboemoglobina (MARCONDES e SARAIEGO, 1998). No livro de BARROS e PAULINO (1999), no capítulo sobre o sistema circulatório, encontram-se algumas referências a outros sistemas, tais como:

... "Esse fluxo do **sangue** através de vasos e artérias leva a todas as células ... o **alimento e o oxigênio** .... é pela circulação do sangue que o **gás carbônico** resultante da queima dos alimentos é recolhido de nosso organismo e depois eliminado pela **respiração**" (BARROS e PAULINO, 2001 p.123, grifo meu).

... "ao passar pelo **intestino, o sangue recebe nutrientes**, transportando-os a todas as células do corpo. Das células dos diversos órgãos o **sangue recolhe resíduos** ... **levando-os até os rins**. Dos rins os resíduos são eliminados através da **urina**". (BARROS e PAULINO, 2001, p.128, grifo meu).

Quanto aos **livros do ensino médio**, quando, no capítulo relativo à circulação, há referência a outros sistemas, estas são relações tênues e pontuais, do tipo que segue abaixo:

*É nos capilares que ocorrem as trocas entre o sangue e as células: o oxigênio e os nutrientes (glicose, aminoácidos, etc) atravessam os capilares, dirigindo-se às células. O gás carbônico e os excretas saem das células e entram no sangue (LINHARES e GEWANDSZNAJDER, 1998, p. 316)*

Sobre a citação acima, se o professor não discutir a questão dos espaços entre as células, ocupado com a substância intersticial, reforça no aluno a idéia de que o sangue chega até as células. Assim, não há praticamente diferença entre os livros dos dois níveis de ensino quando se procura identificar, na abordagem do sistema circulatório, relações estabelecidas com outros sistemas.

Ao se examinar os respectivos **capítulos** dos livros sobre a **respiração** humana, nota-se, também, que são feitas apenas relações pontuais com os outros sistemas. No que se refere aos **livros do ensino fundamental**, há

referência à hematose e à formação dos compostos carboemoglobina e oxiemoglobina. Em alguns livros, há a advertência de que o sangue será melhor estudado em outro capítulo.

Esta forma compartimentalizada na disseminação dos conteúdos pelos livros didáticos em nada contribui para que o leitor tenha uma visão de conjunto sobre o funcionamento dos sistemas do corpo humano. Tal tarefa é deixada para o próprio aluno e/ou para o professor.

*o sangue que chega até os alvéolos absorve o gás oxigênio .... Ao mesmo tempo, o sangue elimina gás carbônico para o interior dos alvéolos; esse gás ... é então expelido ... através da expiração (BARROS e PAULINO, 2001 p.115).*

Nos livros do ensino médio, as relações entre respiração e sangue baseiam-se em informações sobre os capilares que recobrem os alvéolos pulmonares, a hematose, ao aumento da concentração de gás carbônico no sangue como estimulador do centro respiratório e, também, à formação dos compostos oxiemoglobina e carboemoglobina.

A citação abaixo foi tomada como um exemplo do que se encontra nos livros do ensino médio quanto à relação do sistema respiratório com o circulatório.

*Na cavidade dos **alvéolos**, a concentração de oxigênio é superior à dos **capilares sangüíneos**; logo, por difusão, o gás passa ao sangue; ... combinando-se a hemoglobina e sendo transportada aos tecidos do corpo (LINHARES e GEWANDSZNAJDER, 1998, p. 307).*

Comparando estas abordagens entre os livros dos dois níveis de ensino, a diferença se limita em um maior aprofundamento do conteúdo. Por exemplo, é feita referência, nos livros do ensino médio, à questão do ph do sangue em função da maior ou menor concentração de gás carbônico, fato que controla os movimentos respiratórios. Os termos difusão, osmose, maior ou menor concentração aparecem nestes livros. No entanto, se o aprofundamento

do conteúdo marca a diferença entre os livros dos dois níveis de ensino, a forma de abordar os conteúdos, a linguagem e as ilustrações marcam a grande semelhança entre eles.

Nos capítulos que abordam o sistema digestório, tanto nos **livros do ensino fundamental** quanto nos **livros do ensino médio** encontra-se a informação de que no processo de digestão as moléculas tornam-se menores, o que lhes permitem entrar na corrente sangüínea para serem transportadas pelo sangue.

*Os aminoácidos, os nucleotídeos e os monossacarídeos absorvidos são recolhidos pela circulação sangüínea (SOARES, 2001, p. 127).*

No que se refere à excreção, nos **livros do ensino fundamental**, é feita relação com o sistema respiratório. É informado que o gás carbônico, expulso no ato da respiração, é uma forma de excreção assim como o é a eliminação da uréia através da urina e do suor. Há informação de que os rins filtram o sangue, retirando-lhes a uréia, o excesso de água e sais minerais; o sangue chega a cada rim pela artéria renal e dele sai pela veia renal; o sangue, quando chega aos rins, está cheio de oxigênio e de excretas; ao sair, está rico em gás carbônico, mas, filtrado; há ainda, a informação de que, devido à absorção, grande parte de água, sais minerais, açúcares, aminoácidos e vitaminas, volta ao sangue.

*... o sangue também transporta resíduos do metabolismo, permitindo que possam ser excretados, **como veremos no capítulo 13** (BARROS e PAULINO, 2001, p.124, grifo meu).*

Nos **livros do ensino médio**, as informações são mais minuciosas. São citados os néfrons, localizados na região do córtex renal, como estruturas responsáveis pela filtração do sangue e pela remoção das excreções. Os rins são responsáveis pela osmorregulação, uma vez que controlam a eliminação de

água e sais minerais e, finalmente, que o glomérulo de Malpighi é formado por um novelo de capilares resultantes das ramificações das arteríolas.

Desta forma, as relações de interdependência entre os sistemas do corpo humano ficam limitadas a referências simplificadas, atribuindo ao sangue o papel de transportador de gases e alimentos e, num segundo momento, como transportador de resíduos “recolhidos” dos diversos órgãos a fim de serem eliminados quando da sua passagem pelos pulmões e pelos rins. Ou seja, a dinâmica das interações, que implicam em constantes trocas com fluxo de substâncias entre capilares e células e vice-versa, ocorrendo sincronicamente, é descaracterizada.

A ausência de relações de interdependência entre os sistemas, mais a presença de ilustrações com figuras do corpo humano incompletas, passa uma visão fragmentada, dificultando, dentre outros aspectos, uma melhor compreensão pelo aluno do seu próprio corpo.

A história da ciência, no entanto, evidencia que, mesmo remotamente, uma compreensão do sistema sangüíneo só foi possível a partir de uma visão integrada do que hoje conhecemos como sistema 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. 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).

Os professores, tanto do ensino fundamental quanto do ensino médio, quando indagados a respeito de como realizam **em suas aulas** a articulação entre os sistemas do corpo humano, têm posições semelhantes. Há uma reprodução da abordagem que usam com seus alunos, daquela que foi utilizada nos cursos de formação, conforme será detalhado mais adiante. No entanto, têm a consciência da necessidade de se trabalhar o corpo humano de forma integrada. Utilizam a criatividade para superar a fragmentação na abordagem do

corpo humano, que é característica tanto dos cursos de formação como dos livros didáticos com os quais trabalham.

*...inicialmente de forma separada que didaticamente é mais fácil de ser entendido e depois vai se referindo aos outros sistemas (Prof. E).*

*... eu desenho primeiro o contorno do corpo inteiro que sempre achei que tinha que ter, a gente estuda sempre separado, a circulação num momento ... mas eu sempre tento localizar no corpo ... para que eles tenham essa noção ... (Prof. A).*

*Na sétima série o trabalho é todo por partes, depois no final eu faço eles fazerem um desenho do contorno do corpo para eles encaixarem todos os sistemas naquele corpo ... os alunos reclamam que não cabe, aí a gente começa a trabalhar e dá certo ... Referindo-se ao ensino médio ... são maiores, geralmente eu peço para eles tentarem relacionar um sistema com o outro, o que a circulação tem a ver com a respiração, com a digestão, a excreção, ... tento fazer com que eles vejam isto ...eu faço eles fazerem desenhos, mas sem deitar no chão como faço na sétima série ... eu tento trabalhar como um todo e não só em partes (Prof. D).*

### **V.2.2.– Coletivos de Leigos Formados**

Neste item, analiso a circulação de idéias no coletivo de leigos formados, constituído por professores de ciências e de biologia, tendo como parâmetros dados relativos a: 1- aos manuais da graduação referidos pelos



professores e o seu uso durante a sua formação; 2- às entrevistas realizadas com o grupo de professores selecionados para este trabalho.

### V.2.2.1. – Perfil dos Professores

Os dados apresentados a seguir foram obtidos a partir de uma ficha preenchida pelos professores por ocasião das entrevistas.

Quanto à formação, os professores: A, B, C (ensino fundamental), D, E e F (ensino médio) realizaram o ensino médio em escolas públicas e o concluíram, respectivamente, em 1985, 1988 e 1992, 1989, 1982 e 1983. O curso de Ciências Biológicas foi realizado na UFSC e concluído, respectivamente, nos anos de 2000, 1993, 2001, 1997, 1998 e 1988. O professor C e o A, antes de ingressarem no curso de Ciências Biológicas, já haviam cursado, respectivamente, quatro fases de História e dois anos de Farmácia, em universidades públicas.

Cinco professores deram continuidade aos estudos após concluírem a graduação. O professor A iniciou em 2001 o curso de mestrado em Educação e Cultura – UDESC, participou de: curso de Técnicas na área de Farmácia, projeto de Aconselhamento Genético (1987), de um congresso de Genética e outro de Recursos Humanos.

O professor B tem especialização em Metodologia de Ensino de Pesquisa em Biologia, pela Faculdade Plínio A. Carvalho do Amaral, Amparo, São Paulo, concluído em 1996. Participou dos seguintes cursos de atualização: Jornada Catarinense de Educação Sexual, Educação Ambiental e Educação Sexual, em 1999.

O professor D realizou um curso de atualização sobre Sexualidade – UFSC, e outro sobre Meio Ambiente, ambos em 1999, e, em 2001, Teoria da atividade. O professor E participou de um curso Anti Drogas, promovido pela

Secretaria Estadual de Educação de SC., e de outro curso sobre Técnicas de Laboratório.

O professor F cursa Pós Graduação em Pró-Gestão II, promovido pela Secretaria Estadual de Educação SC; realizou os cursos de formação continuada Pró Ciência I e II – UFSC; curso de Capacitação e Aperfeiçoamento promovido pela Secretaria Estadual de Educação SC, e participou do projeto Manguezal da Daniela – UFSC, 1987.

Quanto à docência, com exceção do professor C, que estava iniciando sua carreira profissional, os demais já lecionaram em todas as séries do ensino fundamental e do ensino médio. O tempo na atividade profissional varia entre um mês e quinze anos.

#### **V.2.2.2. – Os Manuais**

Conforme citado no capítulo III, os manuais indicados pelos professores foram examinados de forma pontual no que se refere àqueles aspectos analisados nos livros didáticos, ou seja: trajeto do sangue um sistema fechado; identificação de analogias, identificação de ilustrações e interdependência entre os sistemas do corpo humano. A finalidade era estabelecer uma comparação entre a forma como os conteúdos relativos a esses aspectos são veiculados nos manuais e como são disseminados nos livros didáticos.

Desta forma, foram examinados os seguintes manuais bem como os respectivos capítulos:

1- **Fisiologia**; Aires, M. M. (1999), editora Guanabara Koogan. Capítulo 31 (p.325), Estrutura e Função do Sistema Cardiovascular (LACCHINI e IRIGOYEN, 1999). Capítulo 35 (p.392), O Coração como Bomba (MILL e

VASQUEZ, 1999). Capítulo 36 (p.398), Circulação Arterial e Hemodinâmica: Física dos Vasos Sangüíneos e da Circulação (FRANCHINI, 1999). Capítulo 40 (p. 448), Circulações Regionais (FRANCHINI e BRUM, 1999). Capítulo 48 (p.532), Transporte de Gases no Organismo (ZIN e ROCCO, 1999). Capítulo 64 (p. 689), Absorção Intestinal (SANIOTO, 1999).

**2 - Anatomia Humana Básica dos Sistemas Orgânicos; D'ANGELO & FATTINI (1985),** Rio de Janeiro: editora Ateneu. Capítulo VIII - Sistema Circulatório (p. 89); capítulo IX – Sistema Respiratório, (p.106); capítulo X - Sistema Digestivo (p.121) e capítulo XI – Sistema Urinário (p.138).

**3 - Tratado de Fisiologia Médica; GUYTON e HALL (1997),** editora Guanabara Koogan. Capítulo 9, (p.97), O Músculo Cardíaco; o coração como uma bomba. Capítulo 14, (p.147), Visão Geral da Circulação; a física médica da pressão, fluxo e resistência. Capítulo 16 (p.167), A Microcirculação e o sistema linfático: trocas de líquido no capilar, líquido intersticial e fluxo de linfa. Capítulo 26 (p.291), Formação da Urina pelos Rins: I. Filtração Glomerular, Fluxo Sangüíneo Renal e Seu Controle. Capítulo 38 (p.445), Circulação Pulmonar; Edema Pulmonar; Líquido Pleural. Capítulo 62 (p. 715), Princípios gerais da Função Gastrointestinal – Motilidade, Controle Nervoso e Circulação Sangüínea.

No livro de anatomia (DANGELO e FATTINI, 1984), antes do início de cada capítulo, são explicitados os objetos, em termos operacionais, do que pretende que o estudante alcance ao final de seus estudos. Em síntese, espera-se que o aluno identifique, defina, cite, descreva, conceitue, dentre outros procedimentos da mesma natureza. Neste sentido, aqueles estudantes, futuros professores do ensino fundamental e médio, de acordo com a formação obtida, relativa aos manuais, podem ser levados a dar maior ênfase a estes procedimentos durante o processo de ensino-aprendizagem com os seus alunos. Assim, há necessidade de que sejam alertados durante a sua formação de que estes conhecimentos, embora necessários, não são suficientes para que os alunos do ensino fundamental e médio, além de localizar órgãos do próprio corpo, tenham, também, uma noção integrada dos vários sistemas que o compõe. Esta

integração é que pode fornecer algum significado à compartimentalização que é estabelecida, ao ser estudada, pontualmente, especificidades anatômicas.

Nos livros de fisiologia examinados não se encontram, explicitamente, objetivos definidos operacionalmente. Apenas informam no início de cada capítulo o que será nele abordado.

Passo a dissertar sobre as características dos conteúdos examinados nos respectivos livros e capítulos referidos.

### **Trajetos do Sangue – Um Sistema Fechado**

As citações abaixo referem-se aos manuais que se destinam à formação de especialistas na área médica, mas, também, são utilizados nos cursos de formação de professores de biologia. Vejamos como são veiculadas as informações relativas ao trajeto do sangue no corpo humano, segundo um sistema fechado de vasos.

*O sistema circulatório é um sistema fechado, sem comunicação com o exterior, constituído por tubos, ... chamados vasos e os humores são o sangue e a linfa. Para que estes ... possam circular através dos vasos, há um órgão central – o coração, que funciona como uma bomba contrátil-propulsora. Sendo um sistema tubular hermeticamente fechado, as trocas entre o sangue e os tecidos vão ocorrer em extensas redes ... os capilares (DANGELO e FATTINI, 1984, p. 89, grifo do autor).*

*O aparelho circulatório de mamíferos constitui-se, em sentido geral, de um sistema de tubos fechados, que, em nenhum ponto, permite que seu conteúdo, o sangue,*

*escape para banhar diretamente as células* (FRANCHINI, 1999, p. 398, grifo meu)

Nas duas citações anteriores há tal precisão na linguagem que permite ao leitor compreender que o sangue não entra em contato direto com as células uma vez que é dito que ele não sai do interior dos vasos sangüíneos. Embora não esteja, neste momento, sendo esclarecido qual o mecanismo que permite a ocorrência de trocas entre sangue e células, é informado que existe uma interação indireta entre eles através de uma rede de capilares.

Diferentemente, nos livros do ensino fundamental e médio, conforme analisados no item anterior, não há esta precisão na informação e, assim, não se permite ao aluno compreender que o sangue não banha diretamente as células, uma vez que é apenas informado que a circulação do sangue se dá segundo um sistema fechado e nada mais. Os professores, conforme dados da análise das entrevistas, explicitam aos alunos que se trata de um sistema fechado porque o sangue não sai dos vasos sangüíneos a não ser por ocasião de um acidente como um corte, por exemplo. Mas a forma como a informação é veiculada pelos livros dificulta o trabalho do professor uma vez que é deixado para ele a tarefa de complementar a informação, bem como de articulá-la com a informação também presente no livro de que o sangue leva substâncias a todas as células do organismo. O aluno poderá se perguntar: como isto é possível, se o sangue não sai para o exterior dos vasos sangüíneos? As informações fornecidas separadamente, desarticuladas entre si e da discussão do papel dos capilares sangüíneos, podem levar o aluno a conceber o trajeto do sangue segundo um sistema aberto, ainda que, por ocasião das avaliações, provavelmente, ele poderá afirmar que se trata de um sistema fechado sem ter muita convicção de que seja assim. De fato, como destacam ARNAUDIN e MINTZES (1985), os alunos, mesmo do ensino superior, chegam a conceber o sangue banhando diretamente as célula, neste caso, mesmo após terem sido submetidos à aprendizagem do tema.

Toda circulação intercoletiva de idéias sofre transformações no decorrer de sua disseminação. Alguns elementos podem ser agregados e outros

omitidos às idéias que se deseja comunicar. O objetivo, geralmente, é, através de uma simplificação, tornar a informação acessível e compreensível ao leitor. Entretanto, no caso que estou examinando, a omissão do tipo de bomba com a qual o coração está sendo comparado, contribui para dificultar a apropriação do conceito pelo aluno. Neste aspecto, vale lembrar SUTTON (1996), para o qual a ciência escolar é veiculada segundo um sistema de rotulação e não de interpretação. É fundamental que docentes formadores de professores estejam conscientes desta dimensão do processo formativo, ou seja, as transformações que ocorrem no processo de veiculação do conhecimento.

### **Identificação de Analogias**

A analogia predominante nos manuais examinados é a comparação do sistema cardiovascular a um sistema hidráulico.

***As características estruturais e funcionais do sistema cardiovascular podem ser avaliadas por medidas geralmente aplicadas a qualquer sistema mecânico hidráulico. A forma, os deslocamentos e forças gerados pela bomba, bem como as principais características mecânicas do sistema de vasos e do sangue, podem ser analisados em termos de variações de dimensões, pressões e fluxos (FRANCHINI, 1999, p. 398, grifo meu).***

É possível afirmar que o coração desempenha o papel de uma bomba hidráulica e não o de qualquer outro tipo de bomba que se possa imaginar. Resta saber se o estudante universitário conhece uma bomba hidráulica. Novamente, temos nos manuais uma precisão na informação que não dá margem a interpretações inadequadas. Além disso, os manuais explicam porque é possível estabelecer a comparação do coração a uma bomba hidráulica. São leis da mecânica, particularmente da mecânica dos fluídos, que sustentam as explicações do movimento sangüíneo.

Já nos livros didáticos há uma omissão de informação que pode levar o aluno a interpretações inadequadas ou mesmo a considerá-las somente para as avaliações, ou seja, para memorizar a informação sem compreendê-la adequadamente.

*... há um órgão central – o coração, que funciona como uma bomba contrátil-propulsora... É um órgão musculoso que funciona como uma bomba-propulsora.*

(DANGELO e FATTINI, 1984, p. 89, grifo meu).

Na citação anterior, não é justificado porque o coração pode ser comparado a uma bomba hidráulica, mas é advertido ao estudante que o coração funciona como uma bomba propulsora. Para além disto, a informação está presente em um manual destinado à formação de especialistas, portanto, é pouco provável que ele venha associar o termo bomba a um artefato bélico.

A inserção em um círculo esotérico leva o indivíduo a se apropriar de termos, códigos e linguagem próprios do sistema de saber que caracteriza o estilo de pensamento que une. Portanto, talvez, não deva ser estranha a um estudante de medicina ou de biologia a afirmação de que o coração funciona como uma bomba propulsora, mas poderá ser para um aluno do ensino fundamental e mesmo do ensino médio, que, nem sequer imaginam como funciona uma bomba hidráulica. Isto é compreensível, até mesmo porque aqueles que nasceram e vivem em grandes centros urbanos podem nunca ter ouvido falar nela, e, portanto, podem ter completo desconhecimento do que vem a ser e como funciona uma bomba hidráulica, a menos que a tenham estudado, por exemplo, em aulas de ciências ou de física.

*... o sistema circulatório ... serve para transportar e distribuir substâncias ... para remover os produtos provenientes do metabolismo ... O sistema cardiovascular que realiza essas tarefas é constituído por uma bomba, uma série de vasos de distribuição e de coleta, e por um extenso sistema de finos vasos ...* (LACCHINI e IRIGOYEN, 1999, p. 326, grifo meu).

A citação anterior poderia ser apontada como uma possível fonte para os livros do ensino fundamental e médio, uma vez que nesses livros a forma de apresentar o conteúdo é bastante semelhante ao manual referido.

***A ação bombeadora do coração reflete-se nas mudanças de volume e pressão que ocorrem em cada câmara cardíaca e nas grandes artérias .... (MILL e VASQUEZ, 1999, p. 392, grifo meu).***

A citação anterior fornece parâmetros, segundo os quais se pode reconhecer a ação bombeadora do coração. Há precisão na informação. A seguinte também fornece especificações que ajudam o aluno a compreender a questão da ação do coração para a movimentação do sangue.

***O coração ... é na realidade formado por duas bombas distintas: o coração direito, que bombeia o sangue pelos pulmões, e o coração esquerdo, que bombeia o sangue para os órgãos periféricos ... o átrio funciona, em grande parte, como uma fraca bomba ... O ventrículo ... fornece a força principal que propela o sangue pela circulação pulmonar ou periférica (GUYTON e HALL, 1997, p.97, grifo meu).***

### **Identificação de Ilustrações**

Nos dois manuais analisados destinados à abordagem dos conteúdos de fisiologia humana, no que se refere ao sistema sangüíneo, há um predomínio de gráficos e cálculos específicos relacionados ao conteúdo do texto. No entanto, no manual de anatomia há uma maior quantidade de desenhos e esquemas cuja finalidade é detalhar os órgãos descritos, tais como coração, veias, artérias e válvulas. Nas respectivas legendas das ilustrações não há referências a escalas e nem autoria das imagens.

Em ambos os manuais de fisiologia, assim como no de anatomia encontra-se um esquema ilustrativo da circulação sistêmica e pulmonar que está



igualmente presente nos livros do ensino fundamental e do ensino médio analisados.

### **Interdependência entre os Sistemas do Corpo Humano**

O mesmo procedimento para a análise dos livros do ensino fundamental e médio foi aplicado no exame dos manuais. Ou seja, após examinar capítulos que abordam o sistema sangüíneo, buscou-se nos capítulos relativos ao sistema digestório, respiratório e excretor aspectos da relação destes sistemas com o circulatório. O objetivo foi identificar alguma semelhança com a abordagem realizada nos livros didáticos quanto a este aspecto.

Relativamente ao sistema respiratório, foram localizadas as seguintes articulações entre este sistema e o sistema sangüíneo, nos manuais analisados.

*Nos animais superiormente colocados na escala zoológica ... a troca de gases é indireta ... o **sangue** é um elemento intermediário entre as células do organismo e o meio habitado pelo animal, servindo como **condutor de gases** .... órgãos especiais que possam promover o **rápido intercâmbio entre o ar e o sangue** (DANGELO e FATTINI, 1984, p. 106, grifo meu).*

*O **oxigênio** é transportado no sangue sob duas formas: dissolvido no plasma e no fluído intracelular eritrocitário e combinado quimicamente, de forma reversível, com a hemoglobina (ZIN e ROCCO, 1999, p. 534, grifo meu).*

*A **quantidade de sangue que flui através dos pulmões** é essencialmente igual à que flui pela circulação sistêmica. ... certos problemas relacionados com a distribuição do fluxo sangüíneo e outros aspectos hemodinâmicos são específicos da circulação pulmonar, sendo ... importantes para*

as trocas gasosas que ocorrem nos pulmões (GUYTON e HALL, 1997, p. 445).

Quanto ao sistema digestório, foram localizadas as seguintes articulações entre ele e o sistema sangüíneo.

*Os vasos sangüíneos do sistema gastrintestinal fazem parte de um sistema mais extenso, denominado circulação esplâncnica ... **A maior parte dos nutrientes hidrossolúveis e não gordurosos absorvidos pelo intestino também é transportada no sangue** ... Os nutrientes à base de gordura e insolúveis em água são quase todos absorvidos nos linfáticos intestinais e, a seguir, conduzidos até o sangue circulante através do ducto torácico (GUYTON e HALL, 1997, p. 721).*

*As **substâncias são transportadas da luz do trato gastrintestinal para a circulação através do epitélio intestinal e do endotélio dos capilares sanguíneos e linfáticos que irrigam o intestino.** Muitas são conduzidas pela circulação porta ao fígado, onde são armazenadas ou metabolizadas antes de entrarem na circulação sistêmica que as distribuem às células do organismo. Outras são transportadas diretamente para a circulação sistêmica (SANIOTO, 1999, p.689, grifo meu).*

No livro de anatomia, no capítulo destinado à abordagem do sistema digestório, não foi encontrada referência que o relacione com o sistema sangüíneo. Mesmo na descrição da anatomia do intestino delgado, onde é citada a característica da sua mucosa, não são mencionados os capilares sangüíneos. ... *apresenta inúmeras pregas circulares que se salientam na luz intestinal e aumentam a superfície interna da víscera (DANGELO e FATTINI, 1984, p. 128).* Em seguida, inicia-se a descrição do intestino grosso sem mencionar como ocorre a assimilação dos nutrientes. Neste mesmo livro, não há também referência ao sistema sangüíneo quando da abordagem do sistema urinário (cap. XI, p. 138).

Apenas é mencionado que, durante as atividades orgânicas, há a formação de produtos que devem ser eliminados para o exterior, mas o processo, segundo o qual os resíduos são retirados do organismo para serem excretados, não é mencionado.

No que se refere ao sistema excretor, foram localizadas as seguintes articulações entre este sistema e o sistema sangüíneo:

*... o **fluxo sanguíneo renal** serve não apenas às **necessidades metabólicas do órgão**, como também ao **processo de ultrafiltração do plasma** e formação de urina (FRANCHINI e BRUM, 1999, p. 452, grifo meu).*

A **artéria renal** penetra nos rins através do hilo, juntamente com o ureter e com a veia renal, e então se ramifica progressivamente ... **deságuam nos capilares glomerulares**, onde grandes quantidades de líquido e solutos ... **são filtradas para dar início à formação de urina** ... (GUYTON, 1997, p. 293, grifo meu).

Ainda que se reconheça a necessidade e seja justificável um recorte que privilegie especificidades, levando a um estudo compartimentalizado para uma compreensão em profundidade, é a formação de um especialista que está sendo considerada. Para um não especialista, como é o caso dos alunos da educação fundamental e média, é outro o papel que os conhecimentos sobre o corpo humano exercem na sua formação. Isto tem implicações diretas na atuação dos professores de ciências e de biologia destes níveis de ensino e remete a problemas que precisam ser enfrentados nos cursos de formação.

O professor de ciências e de biologia, mesmo necessitando do estudo aprofundado referido anteriormente, não será, a menos que queira ser, também, um especialista em fisiologia ou em anatomia. Sua especialidade é a de um educador que, através de um processo de ensino-aprendizagem, também dissemina conhecimentos científicos. O seu curso de formação precisa, portanto, garantir o estudo de especificidades relativas a esta atuação.

Destaco, então, três aspectos que formadores de professores de ciências e de biologia não podem deixar de abordar: Primeiro, a visão de conjunto do organismo humano, não garantido pelo estudo compartimentalizado dos manuais. Segundo, a discussão sobre o uso e a elaboração de analogias tão presentes nos conteúdos das ciências naturais. A utilização de analogias de forma descontextualizada, associada à linguagem hermética e codificada pode ter sentido intracoletivamente, quando se trata de coletivos de especialistas. Na transição intercoletiva do conhecimento para círculos exotéricos e, no caso, para a educação escolar, a analogia necessita ser contextualizada e explicitada em sua composição, além de vir acompanhada por uma linguagem mais precisa, isto é, distinta daquela verificada nas análises dos livros didáticos. E, em terceiro lugar, a consideração da História e da Filosofia da Ciência que, além fornecer significação a algumas das analogias, através da sua gênese, e que se acham inseridas no conhecimento das ciências naturais, fornece aos professores uma visão mais adequada da produção e disseminação do conhecimento, distinta daquela presente, muitas vezes de forma implícita, nos livros didáticos e nos manuais por eles utilizados.

Além disso, não foi encontrada nenhuma referência a aspectos históricos nos manuais analisados. Mesmo admitindo que isto seja relativamente compreensível, uma vez que são outros os objetivos por eles pretendidos para a formação de especialistas, está se tratando de formação de professor. Conforme venho argumentando e defendendo neste trabalho, é fundamental que o processo de produção do conhecimento disseminado por estes manuais, também, faça parte dos conteúdos que fundamentam a atuação docente.

### **V.2.2.3. – As Aulas**

No que se refere ao sistema circulatório humano, os professores declararam que estudaram este tema nas disciplinas de fisiologia e de anatomia

humana. Todos tiveram aulas com professores ligados à medicina. Com exceção de um professor, todos tiveram contato com cadáveres ou peças dos mesmos. Nem todos lembraram os títulos e os autores dos livros nos quais realizaram seus estudos para as provas e outras atividades relacionadas com as respectivas disciplinas. Forneceram tais informações em momento posterior ao da entrevista. Os professores afirmaram que os respectivos professores de anatomia e de fisiologia, bem como os de outras disciplinas, ao abordarem um determinado sistema do corpo humano, faziam referências a outros. Declararam proceder da mesma forma em suas aulas. De maneira geral, todos os professores tiveram aulas de anatomia e de fisiologia de forma semelhante, ou seja, aulas expositivas, práticas laboratoriais e aprofundamento dos conteúdos através dos manuais destinados à formação de médicos.

Um dos professores do **ensino fundamental** declarou durante a entrevista que as aulas de fisiologia foram mais aproveitadas por ele do que as de anatomia. A maioria das aulas de fisiologia era expositiva. Ele anotava e raramente consultava os livros na biblioteca. Este procedimento lhe foi de grande valia uma vez que tem maior facilidade para acompanhar as aulas fazendo anotações do que só ouvindo as explicações do professor.

*... sempre desenhava, trazia giz colorido, **muito parecido com o que eu faço** ...eram bonitos ... inclusive gravei até hoje a imagem dos desenhos ... **eu faço igual** ... nas aulas de fisiologia eu usei pouco livro ... **eu sempre escrevia eu tinha resultados bons, ... explicava bem** (eu) fazia as provas e ia bem (Prof. B, grifo meu).*

O professor B declarou que as aulas que ministra aos seus alunos são também expositivas, que faz desenhos no quadro e que os alunos os admiram, isto é, tecem elogios, argumentando que a professora desenha muito bem. Há alunos que anotam as suas explicações e outros não. Quanto ao livro, o aluno o utiliza para os estudos realizados em casa, segundo a informação do professor. Nota-se na explicação do professor uma reprodução de aspectos da sua própria

formação, que para ele foram de grande valia. Assim, entende que o mesmo procedimento seja útil para os alunos com os quais trabalha.

Contrariamente, um outro professor, também do ensino fundamental, declarou que, apesar de ter gostado muito das aulas de fisiologia, foram as de anatomia que lhe forneceram a maior parte do conhecimento sobre a circulação sanguínea.

*... teve uma breve introdução sobre o sistema circulatório e depois parte-se para a prática ... como estão distribuídos os vasos, as veias, artérias, capilares, vê o coração ... aí a gente consegue acompanhar ... fisiologia ... mostrou o coração pulsando ... levou vídeo porque agora não se faz mais experiências com animais ... em anatomia o coração era a peça e ... ele fazia a gente pegar ... na artéria ...*  
(Prof. C, grifo meu).

O professor que tinha recém ingressado na atividade profissional declarou que trabalharia o sistema sanguíneo humano com seus alunos da seguinte forma:

*... montar uma aula prática ... um coração de boi ... mostrar ... que é uma coisa real não é só esta figurinha aqui, ele (o aluno) vai ver os vasos, as coronárias, a artéria, dá para mostrar por onde o sangue entra, por onde ele sai, dá para abrir o coração*  
(Prof. C, grifo meu).

Ambos os professores se reportaram a aspectos da sua formação acadêmica para relatar como desenvolvem a atividade profissional, ou seja, eles reproduzem os procedimentos que foram importantes durante o curso de graduação.

Os procedimentos dos professores se justificam na medida em que, como argumenta FLECK (1986), a formação inicial do indivíduo tem peso considerável na sua atuação prática, pois é dela que se extraem e se imitam os modelos. Desta forma, há uma reprodução que, não necessariamente, tende a se

perpetuar uma vez que este autor reconhece a possibilidade de que transformações venham a ocorrer na forma de pensar e de agir de um coletivo de pensamento. Neste caso, a formação continuada dos professores pode levá-los a alterar o estilo de pensamento pedagógico, conforme argumentado em DELIZOICOV, N. (1995).

O professor A também teceu elogios às aulas de fisiologia que ocorreram sem atividades de laboratório. Na disciplina de anatomia, além das aulas práticas com cadáveres, havia disponíveis alguns Atlas bem ilustrados.

O Professor F fez a seguinte declaração sobre as aulas de fisiologia e de anatomia, respectivamente:

*As aulas eram teóricas e práticas ... não deixava a gente escrever nada, dizia para ler o livro que estava tudo lá. ... (anatomia) foi legal eu gostei, a gente mexia nos órgãos ... a gente entrava com lápis e caderno e a gente tinha que saber o nome de tudo. (Prof. F).*

Na declaração do professor F sobre como trabalha com seus alunos pode-se também, identificar aspectos da formação inicial, apesar deste professor já estar trabalhando há mais de uma década e ter participado de cursos de atualização e de formação continuada.

*Eu digo aos alunos que o livro é para eles acompanharem as aulas, eu explico o conteúdo e as dúvidas ... eu peço para eles anotarem para não interromperem a aula por que se eles interrompem vai fugindo e o que eu preparei em uma aula, vai em três ... e vai se perdendo a assimilação deles ... mas não tem jeito eles param a aula, às vezes são fatos do cotidiano deles ... aí eu vou explicando ... se tem parada é rapidinho e eu dou continuidade à aula (Prof. F).*

Nota-se que o professor tem preocupação com a apropriação de conhecimentos pelos alunos. Todos os professores declararam que preparam suas aulas, isto é, elaboram texto a partir dos quais expõem os conteúdos. Isto

significa que, mesmo com uma excessiva carga horária de trabalho, os professores se esforçam e encontram tempo para o preparo de aulas. As atenções dos professores estão voltadas para a qualidade do seu trabalho. Porém, apesar de todo esforço e da boa intenção, nem sempre é conveniente que a forma como organizam as suas aulas se baseie na reprodução dos procedimentos dos professores da graduação. As especificidades são distintas.

Os professores do ensino médio declararam que o conteúdo ministrado no ensino médio se diferencia daquele do ensino fundamental, na sétima série, apenas no que se refere ao aprofundamento dos conteúdos. Segundo eles, os alunos lembram pouca coisa do que aprenderam na sétima série quando estudaram a circulação sanguínea.

*Eles lembram aquilo que marca para eles ... são as doenças os problemas da circulação ... a questão do colesterol ... a questão sexual é o que eles mais lembram, os alunos são adultos, tem alguns casados, sempre lembram aquilo que tem a ver com a vida deles com o cotidiano. Nomes eles não gravam ... (Prof. D).*

Apenas o professor A declarou que durante a formação acadêmica teve uma disciplina específica sobre História e Filosofia da Ciência ou, mais especificamente, da Biologia. Segundo ele, foram discutidos *alguns teóricos do pensamento... como se organizou o pensamento*. Mas este professor não conseguiu lembrar o nome de nenhum deles.

O professor F declarou ter estudado História da Ciência na sua formação acadêmica, mas não em disciplina específica.

*... vi nas metodologias, a didática trabalhava isso, instrumentação do ensino de ciências, todos eles ... tinha um .... que estava fazendo mestrado na Educação da UFSC ... eu adorei, aprendi muita coisa com História da Ciência ... eles traziam textos para a gente trabalhar em cima deles (Prof. F).*



Os professores informaram que, tanto nas aulas de anatomia como nas de fisiologia, os respectivos professores não contextualizavam historicamente os conteúdos abordados.

*... essa parte histórica ... não teve ... mas isso seria ótimo se tivesse ... quando o professor começa com uma abordagem histórica daquilo que ele vai abordar, para mim torna a aula muito mais agradável (Prof. C, grifo meu).*

O professor E declarou que a inserção da História da Ciência seria interessante somente nos cursos de formação de professores, mas não para os alunos.

*... era bom o professor ter esse conhecimento ... qualquer indagação do aluno ele pode responder. Assim como se faz com as aulas da genética, onde se citam os autores (Prof. E).*

Este professor, provavelmente, está se referindo ao fato de que na abordagem de conteúdos relativos à genética, geralmente é citado no livro didático o nome de Mendel e são fornecidos alguns dados sobre sua biografia. Se for para ter apenas esta abordagem, o professor tem razão ao declarar que não deve haver a inclusão da história da ciência, pois seriam mais dados para o aluno do ensino fundamental e médio memorizar.

Todos os professores declararam completo desconhecimento sobre a relação de Cláudio Galeno e William Harvey com os conteúdos do sistema circulatório humano.

Para o professor B o nome Cláudio Galeno lembra:

*... uma pessoa antiga, um cientista ...da Grécia, alguma coisa assim ... eu já li sobre Galeno e até comentei com meus alunos antes de iniciar um assunto ... eu estava comentando sobre antigamente que não podia estudar o corpo humano ... não me lembro bem ... eu falei de Galeno ... eu comentei sobre ...*

*preconceito que se tinha em abrir os cadáveres, .... inclusive quando ouço alguma coisa de história ... nesse sentido me chama a atenção, acho interessante e fico pensando eu nunca tive informações desse tipo* (Prof. B, grifo meu).

Sobre Cláudio Galeno, o professor C declarou que este nome lhe lembra uma das primeiras pessoas a estudar anatomia, mas foi algo que leu fora da universidade, talvez até em algum livro didático. Quanto a William Harvey, informou que esse nome não lhe é desconhecido, mas não lembra exatamente.

O professor A afirmou que o nome Cláudio Galeno lembra um filósofo grego, mas que não conhece a sua história; quanto ao de William Harvey, declarou total desconhecimento.

Para um professor do ensino médio, o nome Galeno não é desconhecido, uma vez que em um livro didático da sétima série este nome foi mencionado. Indagado sobre o conteúdo a ele relacionado o professor afirmou:

*... a questão da igreja, a questão de se trabalhar com corpos humanos e que ele cometeu muitos erros* (Prof. D).

Conclui-se, que a História e a Filosofia da Ciência se acham ausentes na formação do professor, tanto no que se refere aos manuais utilizados nos cursos de graduação quanto nas aulas ministradas pelos professores.

### **V.2.3. – Característica da Disseminação**

Pela análise realizada nos livros didáticos, quanto aos aspectos propostos, a disseminação do conhecimento no contexto escolar, no que se refere aos conteúdos relativos ao movimento do sangue no corpo humano, é possível se concluir que: o coração é visto como uma bomba qualquer; o sangue como um veículo transportador de substâncias; a dupla circulação sangüínea

como o trajeto realizado pelo “veículo” para abastecimento e liberação de substâncias; o alimento como combustível para a manutenção de toda a dinâmica da “máquina” (corpo humano). O corpo humano é abordado de maneira fragmentada uma vez que não é estudado de uma forma consistentemente sistematizada, organizada e articulada de modo a veicular uma visão integrada dos sistemas formando um todo. Nota-se, entretanto, uma preocupação com o conteúdo em si, numa perspectiva de localizar, definir e descrever os órgãos.

A história da ciência, a dinâmica que caracteriza a produção e o consenso entre os pesquisadores para que um conceito se estabeleça como conhecimento possível num dado momento histórico é completamente desconsiderado pelo livro didático. Nem mesmo o nome de Cláudio Galeno, considerado um dos mais importantes médicos da Idade Antiga, ou de William Harvey, considerado o “Pai da Fisiologia Moderna”, são apontados, a exemplo do ocorre com Mendel, Darwin, dentre outros. Não que seja desejável a mitificação dos homens da ciência, mas, causa certa estranheza que este procedimento não se tenha estendido, também, para estes médicos cujas concepções sobre o trajeto do sangue no corpo representaram marcos importantes. A interpretação de Galeno, por ter perdurado por mais de um milênio, e a de Harvey, por ter marcado o início de uma nova época, de um novo estilo de pensamento médico na área da fisiologia e, conseqüentemente, na da biologia. Segundo alguns estudiosos, citados no capítulo anterior, a interpretação de Harvey é considerada um marco revolucionário na história do conhecimento médico e biológico por ter dado início à Ciência Moderna no campo da fisiologia humana. O que defendo não é a simples menção à Harvey e a enaltação da sua contribuição, mas sim que, através dela, aborde-se o contexto histórico da produção do conhecimento e, sobretudo, a explicitação dos problemas investigados cujo enfrentamento possibilitou o surgimento de novos conhecimentos.

Assim, quanto aos conteúdos relativos ao sistema sangüíneo, sua característica é de “estar dado”. Ignora-se completamente sua gênese, o contexto da sua produção bem como as implicações que se operaram na sua disseminação. Podemos afirmar que, pela investigação realizada, há carência de

uma contextualização histórica dos conteúdos na disseminação do conhecimento escolar, tendo como conseqüências os problemas que estão sendo apontados no decorrer deste trabalho.

Os professores, apesar de fazerem uso de analogias presentes nos livros didáticos, parecem desconhecer os procedimentos que orientam a elaboração das mesmas. Esta afirmação advém da fraca crítica dos professores relativamente à comparação estabelecida entre órgãos e objetos, uma vez que poucas foram as falhas ressaltadas na elaboração das mesmas. De um lado, temos os livros didáticos que desconsideram aspectos históricos relacionados à gênese das analogias citadas; de outro, a formação dos professores que, igualmente, não tem considerado esta dimensão do processo de produção do conhecimento científico.

No entanto, pela análise das entrevistas, pode-se afirmar que os professores possuem uma relativa posição crítica do texto examinado e, conseqüentemente, dos livros didáticos com os quais trabalham. O apego ao livro didático pode ser compreendido pela excessiva carga de trabalho do professor. Segundo dados da ficha por eles preenchida, por ocasião das entrevistas, estes professores ministram, em média, 48 horas aulas semanais.

No que se refere aos aspectos didático-pedagógicos, a partir das análises tanto dos livros quanto das entrevistas, nota-se uma preocupação com os conteúdos, isto é, que o aluno detenha o máximo de informações possíveis. Isso seria desejável, mas não através de um processo que despreze o desenvolvimento do raciocínio crítico do aluno. A ausência de questões desafiadoras e problematizadoras, que venham a desencadear o processo de ensino-aprendizagem pode ser compreendida como um incentivo à memorização de conteúdos pelos alunos.

### V.3 - Outra Possibilidade de Disseminação

Para uma abordagem distinta daquela presente nos livros didáticos, uma possibilidade seria a problematização do conhecimento através de questões as quais, mais do que motivar o aluno para o estudo do sistema circulatório humano, incentivasse o seu raciocínio e a sua capacidade crítica para uma melhor compreensão dos fenômenos.

Foram questões problematizadoras que desafiaram Harvey a investigar o movimento do sangue no corpo humano. Como visto no capítulo IV, Harvey não se preocupou somente com aspectos anatômicos, estruturais e qualitativos do coração, como fizeram seus antecessores. As questões que formulou a si mesmo foram suscitadas por um estilo de pensamento distinto daquele sob o qual o corpo humano vinha sendo concebido, analisado e estudado. Harvey, sob a visão de mundo que fez emergir a Ciência Moderna, preocupou-se com aspectos quantitativos, questionando-se sobre o volume de sangue que era emitido em cada contração do coração e qual o tempo em que cada passagem do sangue por esse órgão poderia ser efetuada. Assim como Harvey, talvez os cursos de formação, as aulas dos professores, e a forma como os conteúdos são disseminados pelos livros didáticos também necessitem ser estruturados sob um outro estilo de pensamento pedagógico.

Vale resgatar BACHELARD (1977)

*Antes de tudo o mais, é preciso saber formular problemas. E seja o que for que digam, na vida científica, os problemas não se apresentam por si mesmos. É precisamente esse sentido do problema que dá a característica do genuíno espírito científico. Para um espírito científico, **todo conhecimento é resposta a uma questão**. Se não houve questão, não pode haver conhecimento científico. Nada ocorre por si mesmo (BACHELARD, 1977, p. 148, grifo meu).*

DELIZOICOV, D. (2001), ao considerar a dimensão problematizadora que o ensino das ciências precisa ter, argumenta, referindo-se ao ensino da física, que problematizar leva o professor a:

*Escolha e formulação adequada de problemas, que o aluno não se formula, de modo que permitam a introdução de um **novo conhecimento** (para o aluno), ou seja, os conceitos, modelos, leis e teorias da Física, sem o que os problemas formulados não podem ser solucionados (DELIZOICOV, D. 2001, p.132, grifo do autor).*

O autor apóia-se em Bachelard e está enfatizando a função do problema como gênese do conhecimento durante a aprendizagem do aluno para se apropriar de novos conhecimentos. As questões problematizadoras, então, são desafios conscientizadores com os quais pode emergir a necessidade de apropriação de um conhecimento que o aluno ainda não detém.

Dentre as opções apresentadas por DELIZOICOV, D. (2001) para se realizar a problematização destaco a seguinte:

*Podemos inferir, portanto, que uma das possibilidades de se considerar essa perspectiva de problematização está articulada ao uso da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Física. Dessa forma seria propiciada a contextualização da origem, formulação e solução dos problemas mais relevantes que culminaram com a produção dos modelos e teorias, o que teria o potencial de explicitar e explorar o significado histórico dos problemas junto aos estudantes e, talvez por isso, permitir-lhes a apreensão das soluções dadas e o respectivo conhecimento produzido (DELIZOICOV, D. 2001, p. 134).*

É esta a perspectiva que defendo e estou propondo para a abordagem do estudo do movimento do sangue no corpo humano: a problematização articulada à origem histórica dos problemas. E é precisamente por isto que há

necessidade de se inserir a História e a Filosofia da Ciência pelo menos no curso de formação de professores, conforme argumentado no capítulo I e defendido ao longo deste trabalho.

Ainda que o professor não aborde conteúdos da biologia sistematicamente organizados a partir de uma perspectiva histórica, como alguns poucos pesquisadores o fizeram em trabalhos de intervenção, como, por exemplo, (PEDUZZI, 2001 e SLONGO, 1996), a inserção da História e da Filosofia da Ciência nos cursos de formação poderá instrumentalizar o professor de tal modo que ela, de alguma forma, estará nas salas de aula do ensino fundamental e médio. Na perspectiva que defendo e proponho, o professor poderá lançar mão de dados históricos quer no seu planejamento quer nas aulas, pelo menos, para localizar, propor e enfrentar problemas que originaram os conhecimentos que irá desenvolver, bem como para dar significado a analogias que são geralmente utilizadas de forma descontextualizada, como é o caso da analogia coração bomba. Entretanto, se faz necessário, também, a ampliação da discussão sobre as analogias nos cursos de formação, uma vez que elas se acham imiscuídas nos conteúdos das ciências naturais e em particular naqueles relativos à biologia. É necessário que o professor esteja instrumentalizado para a elaboração do pensamento analógico para que o uso de analogias se constitua realmente num auxílio tanto para o professor explicitar o conceito pretendido como para o aluno se apropriar do conhecimento científico.

Quanto à estruturação das atividades a serem desenvolvidas em sala de aula, é necessário oportunizar e alertar o professor para uma abordagem distinta daquela dos livros didáticos.

Para o desenvolvimento de atividades, sobretudo para o ensino fundamental e médio, há uma dinâmica estruturada por três Momentos Pedagógicos empregados em vários contextos (PERNAMBUCO, 1993; DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, 1990 e 1992; SLONGO, 1996; SMESP, 1992) que se articula com uma perspectiva problematizadora do ensino de ciências. Os autores denominam estes momentos de: 1- Problematização Inicial, 2- Organização do Conhecimento e 3- Aplicação do Conhecimento.

DELIZOICOV, D. (1991, 2001; DELIZOICOV, D., ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2002), fundamentando-se em SNYDERS (1988) e FREIRE (1975), enfatizam que, associado à compreensão de problema como gênese do conhecimento, há a dimensão da problematização como eixo estruturador da atividade docente, que, em termos da sala de aula, se concretiza nos mencionados três Momentos Pedagógicos, onde cada um deles se relaciona com qualidades distintas de problemas a serem abordados no processo de ensino-aprendizagem. Na argumentação destes autores, trata-se de organizar a atividade didático-pedagógica de modo que o processo de continuidade-ruptura (SNYDERS, 1988; FREIRE, 1975) envolvido na apropriação de conhecimento pelo aluno possa ser efetuado.

Na dinâmica dos três Momentos, proponho que na Problematização Inicial insiram-se questões localizadas na história da circulação sangüínea que, ao serem enfrentadas, desencadearam a produção de novos conhecimentos. Estas questões poderão conscientizar o aluno da sua necessidade de adquirir conhecimentos que ele ainda não tem para solucionar aquelas mesmas questões. Ou seja, neste primeiro momento exploram-se problemas cuja característica fundamental é o de ser **gênese de conhecimento**. A história da ciência para o professor é fundamental, uma vez que é com o seu auxílio que ele poderá contextualizar o problema formulado, a sua solução e as analogias utilizadas.

Na Problematização Inicial apresentam-se ao aluno questões relacionadas a um problema proposto e que lhe são familiar. Pode-se explorar explicações advindas da sua experiência de vida. No caso da circulação sangüínea, por exemplo, questões como: a quantidade de sangue que cada indivíduo possui em seu próprio corpo; se esta quantidade está relacionada com o tamanho, peso e idade do indivíduo; como esta quantidade se mantém relativamente constante; como o sangue se mantém em movimento constante no corpo humano; como funciona o coração; o que faz o sangue se movimentar no corpo; etc... Questões como estas, dentre outras que o professor poderá formular, tendem a levar o aluno a se pronunciar com os conhecimentos que já detém, advindos de sua experiência de vida, podendo fazer emergir possíveis



modelos explicativos e, até mesmo, aqueles que o professor irá abordar. Mesmo que isto não necessariamente ocorra, uma vez que os alunos, ou nem todos, tenham pensado em construir algo a respeito do que se problematizou, as questões apresentadas devem ter potencialmente capacidade de fazer com que, pelo menos, comecem a refletir sobre as situações explicitadas.

Inicialmente, estas questões podem ser discutidas em pequenos grupos de alunos. Em seguida, as respostas consensuais, ou não, no grupo deverão ser expostos aos demais colegas da sala, quando, então, a discussão se estende para o grande grupo de alunos. A posição do professor neste momento do grande grupo é mediar e incentivar a discussão, solicitar esclarecimentos para as posições colocadas pelos diferentes grupos de alunos e não fornecer respostas ou explicações à(s) questão(s) propostas. A intervenção do professor será a de identificar nas posições dos alunos as contradições e limitações do conhecimento que eles detêm para a compreensão do problema proposto. Enfim, este primeiro momento destina-se a levar o aluno a se conscientizar da necessidade de buscar outros conhecimentos para o enfrentamento do problema proposto.

O segundo momento, denominado de Organização do Conhecimento, destina-se ao estudo sistemático do conhecimento sobre a circulação sanguínea. A intervenção do professor far-se-á pela organização de atividades e seleção de textos e de recursos que julgar necessário para auxiliar o aluno a se apropriar de conhecimentos científicos. Sua função é propiciar um aprofundamento conceitual na medida em que pode articular definições e conceitos que estão sendo desenvolvidos a fenômenos e situações que são melhor compreendidos a partir do uso da conceituação científica em pauta na atividade. Obviamente, questões que só exigem repetição mecânica e memorização têm um papel limitado para promover esta compreensão pretendida. Pode-se abordar aspectos históricos propriamente dito, como forma de elucidar as questões propostas, particularmente para dar significação às analogias usadas.

Aplicação do Conhecimento – este momento destina-se a explorar o conhecimento de que o aluno se apropriou para analisar e interpretar as

questões iniciais que determinaram o estudo por ele realizado, bem como a utilização desse conhecimento para o enfrentamento de outras situações que, embora distintas das iniciais, podem ser compreendidas com a utilização do mesmo conhecimento. No caso da circulação sanguínea humana, os desdobramentos são variados, desde a compreensão do funcionamento de aspectos do próprio corpo, como relacionar estes conhecimentos para a compreensão da circulação que ocorre em outros animais, até a aspectos relacionados à própria saúde dos indivíduos. DELIZOICOV, D. (2001) assim caracteriza este momento:

*Do mesmo modo que no momento anterior, as mais diversas atividades devem ser desenvolvidas, buscando a generalização da conceituação que foi abordada no momento anterior, inclusive formulando os chamados problemas abertos. ... É o potencial explicativo e conscientizador das teorias ... que deve ser explorado (DELIZOICOV, D. 2001, p. 144).*

Esta perspectiva para a abordagem de conteúdos, empregando a dinâmica dos três momentos pedagógicos, contrapõe-se frontalmente àquela presente nos livros didáticos, não só no que se refere à concepção de ensino aprendizagem, como também à forma como os conteúdos estão organizados no livro, isto é, sem um problema que justifique o estudo de conteúdos selecionados numa seqüência que para o aluno pode não ter sentido algum.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inserção do componente histórico-epistemológico nos cursos de formação de professores tem contribuições a dar para a melhoria do ensino de ciências e de biologia, no ensino fundamental e médio. A História e a Filosofia da Ciência oportuniza ao professor não só a redimensionar a abordagem de conteúdos em sala de aula como também a melhorar a sua própria compreensão da dinâmica da disseminação e da produção de conhecimentos científicos.

Entretanto, é necessário considerar que algumas discussões e encaminhamentos devam ser mais incentivados no sentido de viabilizar a inserção da História e da Filosofia da Ciência nos cursos de formação de professores. Uma das discussões que vem sendo enfrentada é a forma segundo a qual se dará esta inserção, ou seja, se será através de uma disciplina independente, ou se ficará a cargo das disciplinas específicas introduzir aspectos históricos na programação dos conteúdos. E, ainda, se esta for a opção, qual história inserir? Aquela que se restringe a dados biográficos de figuras eminentes que trouxeram contribuições para o desenvolvimento científico, certamente não contribuirá para a viabilização dos objetivos propostos ao longo deste trabalho.

Neste sentido, é necessário incentivar a realização de trabalhos, particularmente na área de conhecimento da biologia, que possam não só ampliar tais discussões como também apontar possibilidades específicas de contribuição da inserção de conteúdos histórico-epistemológicos nos cursos de formação de professores. Há, ainda, que se incentivar trabalhos de intervenção não só junto a cursos de formação como também no ensino fundamental e médio a fim de que se possa, sistematicamente, realizar uma avaliação no sentido de se buscar soluções para os possíveis problemas que, certamente, serão detectados uma vez que se trata de uma inovação e, como tal necessita ser examinada. Poucos são os trabalhos de intervenção realizados até o momento, particularmente no que diz respeito à área da biologia.

No entanto, ainda que professores do ensino fundamental e médio sejam sensibilizados e incentivados para inserirem aspectos histórico-epistemológicos em suas aulas, podem se deparar com a dificuldade de localizar bibliografias que sejam acessíveis e organizadas de forma adequada para subsidiar os trabalhos em sala de aula.

O capítulo IV desta tese bem como um outro trabalho, CASTILHO N.; DELIZOICOV, D. (1999) podem se constituir em auxílio para os professores no que se refere à história das interpretações que se sucederam para a compreensão do movimento do sangue no corpo humano, assim como para contextualizar e esclarecer a gênese e o estabelecimento da analogia que relaciona a função do coração à função de uma bomba hidráulica. Poderá ainda fornecer dados relativos ao estudo do corpo humano antes e depois do estabelecimento da Ciência Moderna, isto é, porque o corpo passou a ser analisado segundo uma interpretação mecânica dos seus componentes. A epistemologia de Fleck constitui uma ajuda para a compreensão do papel da comunicação inter e intracoletivo no estabelecimento, na extensão e na transformação de um estilo de pensamento, bem como o caráter coletivo da produção do conhecimento. Ajuda ainda a compreender o papel dos livros utilizados na disseminação do conhecimento tanto na fase de formação do especialista como do não especialista, bem como os problemas envolvidos neste procedimento. Um deles seria a compreensão de que o coração não é uma bomba qualquer e nem mesmo uma bomba hidráulica, mas sim que a sua função de bombear o sangue pode ser analisada, comparada e explicada segundo alguns princípios mecânicos, que já estavam disponíveis, sobre o funcionamento de um artefato produzido com o fim de bombear água. Este trabalho poderá, também, contribuir para se compreender como a transformação de um conceito pode abrir perspectivas para a produção de novos conhecimentos a ele relacionados.

Desta forma, a presente pesquisa pode incentivar estudos que tenham outros assuntos como objeto de análise histórica numa perspectiva epistemológica de FLECK (1986), tanto para a sua análise como para localizar aspectos relacionados à disseminação do conhecimento. Espera-se, assim, que

outros trabalhos venham a contribuir para a inserção de uma perspectiva histórica-epistemológica no ensino das ciências naturais.

Como possíveis desdobramentos deste trabalho, destaco algumas possibilidades. Uma delas se refere à continuidade de estudos para a compreensão do modelo atual sobre a movimentação do sangue no corpo, uma vez que este modelo não é o mesmo proposto por Harvey. Em sua época, ainda não estavam disponíveis conhecimentos sobre os gases presentes no ar e, conseqüentemente, no fenômeno da hematose. No modelo de Harvey também não foram considerados os capilares sangüíneos, de fundamental importância para a compreensão do trajeto do sangue, segundo um sistema fechado.

À semelhança desta investigação, outras sobre a gênese e o estabelecimento de analogias imiscuídas nos conteúdos da biologia e tão amplamente utilizadas como "rótulos" poderiam também ser realizadas. Estes novos estudos podem, não só investigar a gênese de determinadas analogias, como também a compreensão que alunos têm das mesmas.

Enfim, a perspectiva do uso da História e da Filosofia da Ciência no ensino de ciências constitui-se num desafio que precisa ser enfrentado pelos pesquisadores da área.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRANTES, P. (1988). Mesa-Redonda: Influência da História da Ciência no ensino de Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis: v. 5, pp. 76-92, (número especial).
- AIRES, M. M. (1999). **Fisiologia**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, S.A.
- ALVES, N.G.A. **Direitos do Cidadão: Encontro da Educação Com A Saúde Na Escola**. Rio de Janeiro. UFF/Centro de Estudos Sociais Aplicados Faculdade de Educação, 1990, Dissertação de Mestrado.
- AMABIS, J.M; MARTHO, G.R. (1999). **Fundamentos da Biologia Moderna**. São Paulo: Ed. Moderna.
- AMADOR, F., CARNEIRO H. (1999). O Papel das Imagens nos Manuais Escolares de Ciências Naturais do Ensino Básico: Uma Análise do Conceito de Evolução. **Revista de Educação**, v. VIII, n.2, - Departamento de Educação da F.C. da U.L.
- ARNAUDIN, M.; MINTZES, J. (1985). Student alternative conceptions of the human circulatory system: a cross-age study. **Science Education**, 69 (5), p. 721-733.
- AYRES, A. C.; SELLES, S. E.; REZNIK, T. (2000). Estudo de Recursos Analógicos Empregados no Ensino do Sistema Circulatório em Livros Didáticos a Partir de uma Perspectiva de Modelos Mentais. In:- **VII Encontro “Perspectivas do Ensino de Biologia” – Simpósio Latino Americano da IOSTE (International Organization for Science and Technology Education)**. (p.545-550). São Paulo: FEUSP.

- BACKES, V.M.S. (1999). **Estilo de Pensamento e Práxis na Enfermagem: a Contribuição do Estágio Pré-Profissional**. Tese de Doutorado. Florianópolis: UFSC, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós Graduação em Enfermagem.
- BACKES, V.M.S. (2000). **Estilos de Pensamento e Praxis na Enfermagem**. Ijuí: Ed. Unijui.
- BACHELARD, G. (1977). **O Racionalismo Aplicado**. Rio de Janeiro: Ed. Zahar.
- BACHELARD, G. (1978). **O Novo Espírito Científico**. São Paulo: Abril Cultural. (Coleção os Pensadores).
- BARDIN, L. (1977). **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70.
- BARROS, C; PAULINO, W. R. (2001). **O Corpo Humano**. São Paulo: Ed. Ática.
- BELT, E. (1953). Les Dissections Anatomiques de Léonard de Vinci. **Colloques Internationaux du Centre National de la Recherche Scientifique - Leonard de Vinci et L'expérience Scientifique au XVI Siécle**. Paris: PUF.
- BERNAL, J. D. (1975, 1976). **Ciência na História**. Lisboa: Livros Horizonte Ltda, vol. 1 e 2.
- BIZZO, N. (1992). História da Ciência e Ensino: Onde Terminam os Paralelos Possíveis? Brasília: **Em Aberto**, ano 11, nº 55, pp. 29-35, jul./set.
- BIZZO, N. (1993). História de la ciencia y enseñanza de la ciencia: ¿Qué paralelismos cabe establecer. **CL & E**, P.5-14.
- BIZZO, N. (1996). Graves Erros de Conceito em Livros Didáticos de Ciências. **Ciência Hoje**. Rio de Janeiro: SBPC, 21(121), 26-35.
- BUTTERFIELD, H. (1982). **Los Orígenes de la Ciencia Moderna**. Madrid: Taurus Ediciones S. A.
- CANGUILHEM, G. (1992). **La Connaissance de la Vie**. Paris: J. Vrin.

CANGUILHEM, G. (1983). **Études D'Histoire et De Philosophie Des Sciences**. Paris: J. Vrin.

CARAÇA, B. J. (1975). **Conceitos Fundamentais da Matemática**. Lisboa: Gráfica Brás Monteiro.

CARNEIRO, M. H. (1997). La Utilización de Analogías en la Enseñanza de Ciencias: Obstáculo o Facilitador del Aprendizaje ? **V Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias**. Murcia, Espanha.

CASTILHO, N; DELIZOICOV, D. (1999). Trajeto do Sangue no Corpo Humano: Instauração - Extensão - Transformação de um Estilo de Pensamento. In: **Atas do IIº Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. CD-roon.

CICILLINI, G.A. (1992). A História da Ciência e o Ensino de Biologia. **Ensino em Revista**. V. 1, nº 1, Minas Gerais.

COHEN, R. & SCHNELLE, T. (ed.) (1986). **Cognition and Fact**. Dodercht: Reidel.

CRÉTIEN, Claude. (1994). **A Ciência em Ação**. São Paulo: Ed. Papirus.

CUTOLO, L. R. A. (2001). **Estilo de Pensamento em Educação Médica – Um Estudo do Currículo do Curso de Graduação em Medicina da UFSC**. Tese de Doutorado, Florianópolis: CED-UFSC.

CUTOLO, L. R. A; DELIZOICOV, D. (1999). Algumas considerações sobre os primeiros estudos na disciplina. In: **Atas do IIº Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. CD-roon.

DA RÓS, M. A. (2000). **Estilos de Pensamento em Saúde Pública – Um estudo da produção da FSP-USP e ENSP-FIOCRUZ, entre 1948 e 1994, a partir da epistemologia de Ludwik Fleck**. Tese de Doutorado, Florianópolis: CED/UFSC.



DA RÓS, M. A.; DELIZOICOV, D. (1999). Estilos de Pensamento em Saúde Pública. In: **Atas do IIº Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. CD-roon.

DAGHER, Z. R. (1994). Características Únicas das Analogias Utilizadas pelos Professores de Ciências. Tradução de CHAGAS I. **Revista Educação**. Vol. IV, nº 1/2, dez. Departamento de Educação da F.C. da U. L.

DANGELO J. G.; FATTINI, C. A. (1984). **Anatomia Humana Básica**. São Paulo: Livraria Atheneu.

DÉCOURT, L.V. (1990). O Mecanismo da Circulação do Sangue. A Verdade pela Obra de Harvey. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, vol. 54 (1), (41-41).

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A P.; PERNAMBUCO, M. M. A (2002). **Ensino de Ciências – Fundamentos e Metodologias**. São Paulo: Ed. Cortez (no prelo).

DELIZOICOV, D. (2001). Problemas e Problematizações. In: PIETROCOLA, M. (org.). **Ensino de Física, conteúdo, metodologia epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC.

----- (2000). Formação Inicial do Professor de Física. **Educação em Foco**. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, p. 73-84.

DELIZOICOV, D. et al (1999) Sociogênese do Conhecimento e Pesquisa em Ensino: contribuições a partir do referencial fleckiano. In: **Atas do IIº Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. CD-roon.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. (1992). **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Ed. Cortez.

----- (1990). **Física**. São Paulo: Ed. Cortez.

DELIZOICOV, N. C. (1995). **O Professor de Ciências Naturais e o Livro Didático (No Ensino de Programas de Saúde)**. Dissertação de Mestrado, Florianópolis: CED/UFSC.

- DESCARTES, R. (1969) **Discurso do Método**. São Paulo: Edições de Ouro.
- DROUIN, A. M. (1988). Le Modele en Question. **INRP - Aster**, n.7, (1-19).
- DUCROS, B. (1986). La Circulation du Sang: Études Historiques et Stratégies Pédagogiques a L' École Pimaire. **A. Giordan et J. L. Martinand** (ed), **FEADS**, nº 8.
- DUCROS, B. (1989). **Concept de Circulation du Sang: Productions d'Outils Didactiques**. vol. 1 e 2, Paris: Universidade de Paris VII. Thèse de Doctorat.
- DUIT, R. (1991). On The Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. **Science Education**, 75(6), p. 649-672.
- EICHMAN, Phillip, (1996). Using History to Teach Biology. **The American Biology Teacher**, vol. 58, nº 4.
- FLANNERY, Maura (1994). Artists & Anatomists. **The American Biology Teacher**, vol. 56, nº 1.
- 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.
- FRANCHINI, K. G. (1999). Circulação Arterial e Hemodinâmica: Física dos Vasos Sangüíneos e da Circulação. In: AIRES, M. M. (1999). **Fisiologia**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, S.A.
- FRANCHINI, K. G.; BRUM, P. C. (1999). Circulações Regionais. In: AIRES, M. M. (1999). **Fisiologia**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, S.A.
- FREIRE, P. (1975). **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Ed. Paz e Terra.

FREITAS, A. D. S. (2000). Analogias e Metáforas no Ensino de Ciências: Que Dizem as Pesquisas? In: **VII Encontro “Perspectivas do Ensino de Biologia” – Simpósio Latino Americano da IOSTE (International Organization for Science and Technology Education)**. (p281-284). São Paulo: FEUSP.

FRIEDMAN, M.; FRIEDLAND, G. (2000). **As Dez Maiores Descobertas da Medicina**. São Paulo: Cia. das Letras.

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.; GIORDAN, A. (1986). La História de las Ciencias: Una Herramienta para la Enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, 4 (3), 253-258.

GINESTE, M. D.; GILBERT, L. (1995). Les Analogies dans l' Aquisition de Concepts en Biologie chez des Élèves de 10-11 ans. **Didaskalia**. nº 7, (27-41).

GIORDAN, A. (1987). **Histoire de la Biologie**. Vol.1, Paris: TEC & DOC - Lavoisier.

GIORDAN, A.; DE VECCHI. (1996). **As Origens do Saber**. Porto Alegre: Artes Médicas.

GIROUX, H. (1988). **Escola Crítica e Política Cultural**. São Paulo: Ed. Cortez.

----- (1986). **Teoria Crítica e Resistência em Educação**. Petrópolis: Ed. Vozes.

GLYNN, M. S.; TAKAHASHI, T. (1998). Learning from Analogy – Enhanced Science Text. **Journal of Research in Science Teaching**, vol. 35, n.10. PP. 1129-1149.

GOWDAK, D.; MATTOS, N. S. (1991). **Biologia**. São Paulo: Ed. FTD, vol. único.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. (1997). **Tratado de Fisiologia Médica**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, S.A., 9º edição.

HALL, A. RUPERT. (1962). **A Revolução na Ciência – 1500-1750**. Lisboa: Edições 70.

ILSE, J.; LOTHER, R.; SENGLAUB, K. (1989). **Historia de la Biología. Teorías, Métodos, Instituciones y Biografías Breves**. Barcelona: Editorial Labor.

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.

KOIFMAN, L. (2001). O modelo biomédico e a reformulação do currículo médico da Universidade Federal Fluminense. **História, Ciências, Saúde**. Vol. viii (1), pp. 49-70.

KOYRE, A. (1982). **Estudos da História do Pensamento Científico**. Brasília: Ed. da UNB.

KUHN, T. (1975). **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Ed. Perspectiva S. A.

LACCHINI, S.; IRIGOYEN, M. C. (1999). Estrutura e Função do Sistema Cardiovascular. In: AIRES, M. M. (1999). **Fisiologia**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, S.A.

LAVARDE, A. (1992). **Contribution a l' Étude de las Schematisation dans l' Enseignement de la Circulation Sanguine**. Paris: Université de Paris VII, Thèse de Doctorat.

LEITE, R. C. M.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. (2001). A História das Leis de Mendel na Perspectiva Fleckiana. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. ABRAPEC, 1(2): 97-108, maio/ago.

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.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F. (1998). **Biologia Hoje**. São Paulo: Ed. Ática.

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, I. (1990). Fleck e a Historiografia Recente da Pesquisa biomédica. In: PORTO CARRERO, V. **Filosofia, História e Sociologia das Ciências**. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, p. 233-249.

LÖWY, I. (1994). Ludwik Fleck e a Presente História das Ciências. **História Ciências Saúde - MANGUINHOS**. 1 (1), 7-18, jul-out.

LUDKE, E; ANDRÉ, M. E. A. (1986). **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária Ltda.

MARCONDES, A. C.; SARAIEGO, J. C. (1998). **CIÊNCIAS**. São Paulo: Ed. Scipione.

MASTERMAN, M. (1970). A Natureza do Paradigma. In:- LAKATOS, I e MUSGRAVE, A. **A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento**. São Paulo: EDUSP.

MATTHEWS, M.R. (1995). História, Filosofia e Ensino de Ciências: a Tendência Atual de Reaproximação. **Cadernos Catarinense de Ensino de Física**, vol 12, nº 3, p.164-214.

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

MAYR, E. (1998). **O Desenvolvimento do Pensamento Biológico**. Brasília: Ed. da UNB.

MEC (1998). **Guia de Livros Didáticos - 5ª à 8ª Séries - PNLD - 1999**. Brasília: MEC/PNLD.

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.
- MENZOIAN, J. O. (1999). Lest We Forget: The Contributions of Andreas Vesalius and Ambroise Pare to My Surgical Practice. **Menzoian: Am J Surg**, Volume 178 (2). August, pp. 85-91.
- MILL, J. G.; VASQUEZ, E. C. (1999). O Coração com Bomba. In: AIRES, M. M. (1999). **Fisiologia**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, S.A.
- MOHR, A. (1994). **A Saúde na Escola: Análise de Livros Didáticos de 1ª à 4ª séries**. Rio de Janeiro: FGV/Instituto de Estudos Avançados em Educação. Dissertação de Mestrado.
- MONTIES, J. R. (1999) Leonardo da Vinci: Precursor Member of the International Society for Rotary Blood Pumps? **Monties: Artif. Organs**, V. 23 (6), June, 1999, 477-479.
- NAMORA, F. (1989). **Deuses e Demônios da Medicina**. Sintra: Publicações Europa América.
- NIGRO, G. R.; CAMPOS, M.C. C. (1997). A história da Circulação Ajudando a Compreender a Natureza do Conhecimento Científico: Um Curso para a Formação de Professores. In: **VII Encontro "Perspectivas do Ensino de Biologia" – Simpósio Latino Americano da IOSTE (International Organization for Science and Technology Education)**. p. 282-284. São Paulo: FEUSP.
- NÚÑEZ, F.; BANET, E. (1996). Modelos Conceptuales sobre las Relaciones entre Digestión, Respiración y Circulation. **Enseñanza de las Ciencias**, 14 (3), 261-278.
- PACCAUD, M. (1994). Utilization des Conceptions d'Élèves Ages de 15 a 17 ans le Coeur et la Circulation du Sang. In GIORDAN, A. et GIRAULT, Y.; CLÉMENT, P. **Conceptions et Connaissances**. Paris/Berne: Peter Lang.
- PAULINO, W. R. (2000). **Biologia**. São Paulo: Ed. Ática.

PEDUZZI, L. O. Q.; ZYLBERSZTAJN, A.; MOREIRA, M. A. (1992). As concepções espontâneas, resolução de problemas e a História da Ciência numa seqüência de conteúdos em mecânica: o referencial teórico e a receptividade de estudantes universitários à abordagem histórica da relação força e movimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Florianópolis: v. 14, nº 4, 239-246.

PEDUZZI, L.O.Q. (1998). **As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a História e Filosofia da Ciência em um curso de Mecânica**. Florianópolis: CED/UFSC. Tese de doutorado.

PEDUZZI, L.O.Q. (2001). Sobre a Utilização Didática da Ciência no ensino: considerações críticas. In: **Ensino de Física – conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integrada**. PIETROCOLA M. (org.), Florianópolis: Ed. da UFSC.

PERNAMBUCO, M. M. C. A. (1993). Quando a Troca se Estabelece. In: PONTUSCHKA, N. N. (org). **Ousadia no Diálogo.- Interdisciplinaridade na Escola Pública**. São Paulo: Edições Loyola.

PFUNDT, H.; DUIT R. (1994). **Bibliography students' alternative frameworks and Science Education**. Kiel: Institute for Science Education.

PORTER, R. (1996). Willian Harvey and the New Science. **The Cambridge Illustrated Medicine**. Cambridge: University Press, p. 158-162.

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

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

QUIN, C E. (1998). William Harvey and the Use of Purpose in the Scientific Revolution: Cosmo by Chance or Universe by Desing? QUIN: **J.R Soc. Med.**, Volume 91 (9), 503-504.

- RADL, E. M. (1988). **História de las teorías biológicas -1. Hasta el siglo XIX.** Madrid: Alianza Editorial, p.129-149.
- ROBILOTA, M. R. (1988). Mesa Redonda: Influência da História da Ciência no Ensino de Física. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física.** Florianópolis, vol. 5, número especial, p. 76-92.
- RONAN, A. C. (1991). **História Ilustrada da Ciência.** Rio de Janeiro: Ed. Zahar.
- RONCIN, M. (1987). Les ideas fausses induites par le schema usuel de la circulation du sang. **Actes JIES**, 9, p. 231-234. (A. Giordan et L. Martinandi: Paris).
- SANIOTO, S. M. L. (1999). Absorção Intestinal. In: AIREZ, M. M. (1999). **Fisiologia.** Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, S.A.
- SCHÄFER, L. & SCHNELLE, T. (1986). Los Fundamentos de la Vision Sociológica de Ludwik Fleck de la Teoria de la Ciencia. In: FLECK, L. (1986). **La Genesis y el Desarrollo de un Hecho Científico.** Madrid: Alianza Editorial, p. 9-42.
- SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO DE SÃO PAULO. (1992). **Movimento de Reorientação Curricular, Ciências.** São Paulo: SMESP, documento nº 5.
- SIGERIST, H. (1990). **Hitos en la Historia de la Salud Pública.** Mexico: Siglo Vinteuno Editores.
- SILVA JR., C.; SASSON, S.; SANCHES, P. S. B. (1998). **Ciências – Entendendo a Natureza – O Homem no Ambiente.** São Paulo: Ed. Saraiva.
- SINGER, C. ([1956]1996). **Uma Breve História da Anatomia e Fisiologia desde os Gregos até Harvey.** Campinas: Ed. da UNICAMP.
- SLONGO, I. I. P. (1996). **História da Ciência e Ensino: Contribuições para a Formação do Professor de Biologia.** Florianópolis: PPGE/CED/UFSC. Dissertação de Mestrado.



- SMITH, C. U. M. ([1975] 1977). **El Problema de la Vida**. Madrid, Alianza Editorial.
- SNYDERS, G. (1988). **A Alegria na Escola**. São Paulo: Ed. Manole.
- SOARES, J. L. (2001). **Biologia**. São Paulo: Ed. Scipione, vol. único.
- SOLBES, J.; TRAVER, M. J. (1996). La Utilización de la Historia de las Ciencias en la Enseñanza de la Física y la Química. **Enseñanza de las Ciencias** 14(1), 103-112.
- SUTTON, C. (1996). Beliefs about science and beliefs about language. **Int. J. Sci. Educ.**, vol. 18, nº 1, 1-18.
- TATON, R. (direção), (1959). **A Ciência Antiga e Medieval**. São Paulo: Difusão Européia do Livro. Tomo I, volume 2.
- TERRAZZAN, E. A.; AMORIM, A. L.; POZZER, L. L. (2000). Analogias no Ensino de Biologia: Analisando Livros Didáticos e Praticando em Sala de Aula. . In:- **VII Encontro “Perspectivas do Ensino de Biologia” – Simpósio Latino Americano da IOSTE (International Organization for Science and Technology Education)**. (p.31-33). São Paulo: FEUSP.
- TERRAZZAN, E. A. (1994). **Perspectivas para a Inserção da Física Moderna na Escola Média**. Tese de doutorado. São Paulo: FEUSP.
- THAGARD, P. (1992). ‘Analogy, Explanation and Education’. **Journal of Research in Science Teaching**, 29(6), 537-544.
- THÉODORIDÈS, J. [1965 (1984)]. **História da Biologia**. Lisboa: Edições 70.
- THIENE, G. (1996). The Discovery of Circulation and the Origin of Modern Medicine During the Italian Renaissance. **Cardiol. Young**, 6: 109-119.
- VENVILLE, J. C.; TREAGUST, D. F.; (1997). Analogies in Biology Education: A Contentious Issue. **The American Biology Teacher**, v. 59, n.05.

WORTMANN, M. L.; TEIXEIRA, M. C.; VEIGA, A. J. N. (1987). Livros Textos de Ciências: Uma Análise Preliminar, **Educação e Realidade**, Porto Alegre, 12 (1):65-70, jan/jun.

ZANETIC, J. (1988). Mesa Redonda: Influência da História da Ciência no Ensino de Física. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis: vol 5, número especial, p. 76-92.

ZIN, W. A.; ROCCO, P. R. M. (1999). Transporte de Gases no Organismo. In: AIREZ, M. M. (1999). **Fisiologia**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, S.A.

# ANEXOS

## **TRANSCRIÇÕES DAS ENTREVISTAS**

**PROFESSORES DO ENSINO  
FUNDAMENTAL**

## PROFESSORES DO ENSINO FUNDAMENTAL

### PROFESSOR A

P- Qual seu parecer sobre o texto?

R- Visão de corpo mecanicista, só a foto já mostra a preocupação de ficar comparando o corpo com cidade, corpo com máquina, isto a gente vai vendo em todo o texto. Corpo como mercadoria, é sempre o corpo em função de alguma coisa, é como se o corpo fosse só para fazer atividades. As ilustrações estão fiéis ao pensamento do autor, quando ele coloca a circulação como uma grande cidade. Essas idéias passam para o aluno a idéia de corpo utilitário, só funcional, em nenhum momento essa circulação está inserida num corpo e é o tempo todo a função, e os sentimentos, as emoções que a gente sabe que também tem, não aparece. Corpo em pedaços ou partes, não forma um todo. Só há coisas retorcidas que não parecem um corpo. O aluno ou não se reconhece neste corpo didático, ou se reconstrói em um corpo esfacelado e passa a se reconhecer em partes separadas, como também separado do meio ou da natureza. Ele coloca pessoas e mercadorias como se fossem a mesma coisa. Nosso corpo é comparado com ruas, avenidas, sistemas de transporte de uma cidade. Olhando a p. 93, duas coisas se destacaram: a ilustração e o título: circulação humana uma visão de conjunto e, a gente olha a figura e ela não dá uma visão de conjunto, pelo contrário, é uma coisa repartida e em pedaços. Eu esperava que ele fosse incluir essa circulação num corpo.

P- O que ele está chamando, nessa ilustração, de uma visão de conjunto?

R- Ele quis dar a visão de conjunto da circulação, da pequena e da grande, mas penso que ele não devia fazer isso, essa circulação está inserida num corpo. Ai, ele continua e diz que o coração se situa na parte central esquerda do corpo e trata-se de uma poderosa bomba, me pareceu uma expressão bélica, imagina uma bomba dentro do teu peito e depois diz duas bombas poderosas, nossa !!! Parece que isto vai explodir a qualquer hora. Eu coloquei uma anotação que é a seguinte: aos 13 anos as crianças estão na 7ª série e, o adolescente não se interessa por detalhes, em uma época em que a informação circula muito rápida e o aluno gosta de ter acesso a informações, das mais variadas, imagina se uma menina, um menino de 13 anos vai sentar ler o texto e ficar vendo artérias, vasos, capilares, arteríolas, vênulas etc....o autor do texto espera que é isto que eles aprendam. Penso eu que nessa idade não há interesse, talvez quando estiverem no curso de medicina...

P- E no ensino médio se deve chegar a esse nível de detalhe?

R- Eu acho que não, se a gente conseguisse dar essa visão de conjunto estaria ótimo, ficar entrando nestes detalhes não tem interesse. Eu lembrei que eu já usei esse texto numa das turmas que eu dei aula e eu não queria que eles tivessem essa noção de corpo repartido. Eu começava dizendo que eles tinham que ver o texto, olhar o livro e pensar que a gente tem um corpo, então mandava eles levantarem, sentirem o corpo, a circulação. A gente estava numa escola que tinha que se submeter a uma avaliação da direção, pedi algumas coisas do texto e no final colocava como uma pergunta importante de prova que eles respondessem o que achavam porque o coração está relacionado aos apaixonados, surgiu cada pérola, muito engraçado, como, o coração bombeia sangue e bombeia amor para todo o corpo. Ai eu pensei, como será que a criatura pensou isso, ou então, assim o coração está relacionado com os apaixonados porque quando a pessoa se apaixona o coração começa a bater mais forte, tem tudo isso na prova e no livro isto tudo é ausente. A gente se limita só ao texto perde essa coisa toda que é na verdade o que interessa para a vida, para o cotidiano do aluno, nessa idade principalmente, quando eu escrevia no quadro eu nunca escrevia a palavra coração eu sempre desenhava um coraçãozinho e era a coisa mais engraçada de ver os meninos, eles jamais desenhavam o coração, as meninas sim e pintavam de vermelho, era a maior graça. Esse saiba mais, (no texto) achei precioso esse espaço da p. 94. É

uma coisa que pouco vai interessar para a vida no cotidiano, não informa nada, os detalhes, olha aqui “as menores arteríolas desembocam nos vasos capilares”, isto é um detalhe que para uma criança de 13 anos não importa, até para mim isto já não importa. E ele segue com detalhes, são várias páginas com detalhes, o espaço poderia ser ocupado com discussões mais importantes, com questões mais atuais, mais ao encontro do que o aluno quer.

P– O que você citaria como exemplo?

R– a questão dos sentimento, que o coração bombeia amor para todo o corpo, quem sabe, risos..... Mas ele diz aqui (texto) “o coração não é a sede das emoções como se acreditava antigamente. É possível entender de onde vinha essa idéia, a raiva, o medo sempre tinha como efeito acelerar o ritmo cardíaco, sabemos hoje que o coração é apenas uma bomba de grande potência e regularidade que empurra o sangue ao longo dos vasos sanguíneos”. Isso mina a fantasia e a criatividade da criança, eu acho que compromete, talvez esteja exagerando. Este quadro aqui me acaba né? Quadro horroroso, “a melhor bomba já fabricada”, e depois especificações técnicas, parece que está falando de um carro, isto para mim é essencialmente mecanicista, com certeza não é de gente que ele está falando. Ele vem ilustrando com esquemas o tempo inteiro e na p. 96 aparece uma foto, acho que isto é interessante, porque meio que humaniza, é uma foto de uma criança, e pena que as pessoas não aparecerem de corpo inteiro. As informações que realmente interessam aos adolescentes deixam de ser ditas porque o espaço está ocupado por esses detalhes. Estas ilustrações que não fazem sentido para mim hoje, que sou a professora imagina para o aluno, na idade que ele está e com milhões de coisas novas acontecendo na vida dele. Outro esquema, visão do corpo esfacelado na p.99. O livro deixa fora os sentimentos. Será que ele está tratando de humanos? O quadro azul, da p. 95, “a melhor bomba já fabricada”, dito tudo isso quem não terá medo de envelhecer? Qualquer um não é?

P– Você disse que acha bastante complicadas as comparações que o autor faz, por exemplo, a circulação com o sistema viário e o coração com a bomba. Por que o autor faz esse tipo de comparação? Por que ele compara o coração com uma bomba?

R– O que ele quer na melhor das intenções é dizer que aquilo ali é o que pulsa, o que jorra, o que impulsiona a coisa toda, tenho eu essa impressão que ele quer passar.

P– Você disse que já trabalhou com esse texto. como você trabalhou esse quadro?

R– Eu fui mais pela coisa da crítica, eu sempre digo aos meus alunos para não engolirem tudo o que está no livro didático. Quando eu trabalhei com esse livro primeiro eu perguntava o que eles achavam, o que vêm aqui, a maioria não vê nada, acha que está tudo muito bom.

P– Que coisas, quanto ao conteúdo ou quanto a essas comparações?

R– Essas comparações, eles parecem que gostariam que fossem assim, eles têm resistência. Parece que fica mais fácil para eles entenderem parece que é uma coisa assim, na fala deles parece que gostam disso.

P– E como você fazia para discutir o coração, sua função como é que você fazia as comparações?

R– Riscava o quadro inteiro, desenhava tentava fazer diferente, eu desenho primeiro o contorno do corpo inteiro, que sempre achei que tinha que ter, a gente estuda sempre separado a circulação num momento mas, eu sempre tento localizar no corpo, eu sempre risco o quadro com giz colorido para que eles tenham essa noção, mas eu não fico muito em cima do conteúdo não, a anatomia a fisiologia, eu tenho sempre que achar que eles precisam de mais...

P– De mais o que, ao que você dá mais ênfase?

R– Como é que eles acham que o sangue está circulando, a minha aula é muito mais de pergunta do que eu chegar lá dizendo alguma coisa.

P– Tá, mas eles acham alguma coisa, eles têm uma explicação e o que você faz para que ele se aproprie dos conceitos?

R– Nessa hora o livro didático é um apoio, e como apoio eu acho que ele funciona, ele não funciona como uma tábua de salvação.

P– Ai você vai para o livro didático....

R– Sim a gente vai para o livro didático.

P– Para o conteúdo ou para as ilustrações?

R– A gente vai para o conteúdo, se precisar a gente vai para as ilustrações. A minha preocupação é só de que ele não tenha a noção de que tudo é assim, separado. Mas a gente vai sempre para o livro didático e tenta mostrar.

P– Então você faz a comparação do coração com uma bomba?

R– Não.

P– E como você faz quando ele vê isto aqui no livro, o sistema rodoviário, coração comparado com uma bomba, o que você diz para o aluno?

R– Eu digo para ele que eu não concordo com essa visão, eu não acho que a circulação do nosso corpo seja igual a de uma cidade.

P– Então você não trabalha com comparações, você não usa analogias?

R– Faço, as vezes faço.

P– Comparações com o coração?

R– Não, não que eu lembre.

P– Na maioria dos livros didáticos o coração é comparado com uma bomba, inclusive nos livros universitários, você sabe de onde surgiu essa idéia de comparar o coração com uma bomba?

R– Não, não sei.

P– Você disse que já trabalhou sistema circulatório, como você preparou suas aulas?

R– Tem um livro didático que eu não lembro agora o nome, que tem em anexo várias ilustrações de corpo inteiro e em branco que é para o aluno pintar, eu utilizei aquelas figuras para eles desenharem, vem em branco e o aluno vai desenhando. Essa era uma estratégia que eu utilizava e eu trazia video de circulação e só.

P– O livro didático aborda os sistemas todos separados, o que você acha disso?

R– O livro didático tenta deixar a coisa didática, eu acho que facilita, mesmo porque é muito complicado ter a noção do todo, mas acho que tinha que ter no livro didático a preocupação de contextualizar, de por aquela partezinha isolada num corpo inteiro.

P– Como você faz para dar essa noção ao teu aluno, já que você acha importante?

R– Daquela forma que eu lhe falei colocando no quadro um corpo inteiro pedindo para que eles se imagem, se olhem, se vejam.

P– Mas como você faz para que o aluno tenha a noção de que o sistema digestivo, respiratório, circulatório e excretor, por exemplo, tem uma relação de dependência entre eles?

R– O que eu faço?

P– Sim?

R– Quando estou explicando um, vou lembrando sempre dos outros.

P– E a partir de qual sistema você faz isso?

R– Depende, cada livro vai trazer uma seqüência dessas partes.

P– Fica na dependência do que vem primeiro no livro didáticos?

R– Fica, na dependência, tem uma seqüência teoricamente lógica.

P– Você acha lógica a seqüência do livro didático?

R– Teoricamente sim, porque tem essa função de fazer, também para o aluno, e até para o professor, uma coisa que é extremamente complexa que é o corpo humano.

P– Como você aborda com o aluno a questão do sistema circulatório ser fechado?

R– Vou dizendo o que o sangue só sai para fora quando a gente faz um corte, por exemplo, caso contrário ele fica sempre dentro das nossas veias, não sai.



P– Em quais disciplinas do curso de Biologia você estudou o sistema circulatório humano?

R– Sistema circulatório? Acho que só em fisiologia.

P- Anatomia, não?

R– Anatomia não estuda essa funcionalidade, assim ...

P – Sim, mas na aula de anatomia você não tinha aula prática?

R – Tínhamos.

P – Você não viu o coração....

R – Sim, em anatomia víamos as partes e em fisiologia a função, em anatomia vimos o coração, as veias e em fisiologia não tinha laboratório.

P – Como o professor de fisiologia fazia para explicar o sistema circulatório?

R – Além de mostrar no cadáver, em anatomia, em fisiologia era muito quadro, acho que nem um vídeo não chegou usar.

P – Como foram as aulas de fisiologia humana?

R – Foi um excelente professor, eu comecei a aula de fisiologia com ... e acabei abandonando porque não conseguia entender, e depois me matriculei para fazer a segunda tentativa e foi uma maravilha, foi muito bom. E anatomia foi na época da farmácia foi um tempo muito distante.

P– Gostaria que você me fornecesse a bibliografia que utilizou em anatomia e em fisiologia, mas só aquele ou aqueles livros que você realmente utilizou para estudar para as provas, para fazer os trabalhos, etc...

R – Eu vejo isto para você, não lembro agora.

P – Como eram as aulas de anatomia?

R– Quadro e cadáver e, também, tinha aqueles Atlas de anatomia bem ilustrados, a gente ficava horas e horas em cima do Atlas.

P– Tanto na aula de anatomia como na de fisiologia, tem alguma coisa que lhe chamou mais a atenção, com relação à circulação sanguínea?

R – Não.

P – No curso de Biologia, tinha alguma disciplina sobre história da ciência ou da biologia?

R – Não.

P- Quando os professores se referiram à história da ciência?

R – Não. Tinha a disciplina de filosofia da ciência, que é que fazia mais ou menos esse papel.

P – O que você estudou nessa disciplina?

R – Uns teóricos assim, teóricos do pensamento como a ciência surgiu.....

P – Você lembra de algum desses teóricos?

R – Não, não lembro. Mas a intenção da disciplina era isso de ver como o pensamento se organizou.

P – No curso de biologia os professores estabeleciam as relações entre os sistemas do corpo humano?

R – O professor de fisiologia sim.

P – Como?

R – Falava, “não vamos esquecer que quando a gente viu isto, mas tem relação com”, inclusive, até então eu não tinha essa preocupação, com ele dando aula eu vi que tinha sentido, e quando fui dar aula ai definitivamente que vi que precisava ligar uma coisa com outra, ai ficou mais claro.

P – Tanto o professor de anatomia como o de fisiologia chegaram a discutir sobre a questão dos modelos que se sucederam para explicar o sistema circulatório humano?

R – Não que eu lembre.

P – Você acha que a história da biologia e da ciência te ajudaria nas aulas?

R – Tenho certeza que sim. Eu acho que ajudaria a entender essa necessidade de comparar, eu acho que ajudaria, seria muito importante.

P – O que te lembra o nome Galeno? Cláudio Galeno.

R – Esse nome lembra ... tipo um filósofo grego, mas não conheço a história.

P – E William Harvey?

R – Nunca ouvi falar.

P – Tem mais alguma coisa que você gostaria de falar sobre a sua formação?

R – Eu fiz o meu TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) na educação, o tema foi educação sexual, e eu fiz também uma crítica ao livro didático, que eu estava usando na época, com relação à educação sexual. Ali também não é diferente, os esquemas os corpos tudo muito fatiado, a importância muito grande à doença não se fala em prazer, a coisa da educação sexual. É reprodução, tem o objetivo muito definido que é a reprodução, e esse trabalho ajudou na minha aula, tentar fazer uma coisa diferente na sala de aula, por isso também, quando eu olhei o texto do seu trabalho, algumas coisas saltaram aos meus olhos, acho que eu já tinha os olhos do outro trabalho, de tentar ver como isso não está contextualizado dentro do corpo, porque eu já tinha feito essa crítica anteriormente no meu trabalho.

P – Ok ! Eu agradeço a sua contribuição para o meu trabalho, obrigada.

R – Ok ! mas, se precisar liga novamente!.

## PROFESSOR B

P – Qual seu parecer sobre o texto?

R – Este texto é praticamente igual a outro livro didático que eu já usei, os esquemas, o texto, a linguagem, as figuras também se repetem. Não encontrei nenhum erro conceitual achei, vendo pela ótica do aluno, que o texto é muito difícil de entender, muito complicado, detalhado e descritivo não dando muita margem para discussão por parte do aluno. O autor não teve a preocupação de resgatar nenhuma experiência do aluno, nenhum conhecimento espontâneo como a gente chama né? E dá a impressão que é só professor que consegue decifrar o texto.

P – Você acha que fica muito na dependência do professor estar mexendo no texto, ajudando o aluno a entender o texto? É isso?

R – Sim, é uma prova de que o professor é o detentor do conhecimento só ele vai decifrar para o aluno o que está aqui no texto. Em nenhum momento o autor teve a preocupação de comparar este assunto com o dia a dia do aluno, é um texto puramente descrito, então o aluno vai ter que memorizar e na prova escrever o que ele memorizou. Este texto não dá oportunidade ao aluno relacionar esse conteúdo com outros conteúdos com outros sistemas, ficou um texto bem compartimentalizado, percebi que o autor relacionou aspectos bem científicos mais biológicos não tratou de outras questões como o social, a parte química, também não tem nenhuma referência a algum outro texto que possa, algumas partes tem algumas informações anexas, uma reportagem de jornal uma coisa assim que o aluno pudesse relacionar mais com o dia a dia dele. Quantidade de informações inúteis, isso dá a impressão para o aluno que é muito difícil que ele não vai entender. O texto é exato ele é definido ele não dá margem para discussão é fechado, então o aluno não tem oportunidade de criticar de argumentar e isso dá oportunidade da criatividade, de ser um aluno mais crítico, de ter uma auto-estima, de poder interferir no trabalho. Achei alguns termos difíceis para a 7ª série, quando a gente fala de válvulas, de bomba, vaso são termos que eu acho difícil para o aluno, em relação aos esquemas também.....

P – Se esses termos são difíceis para o aluno, como você faz, o seu aluno tem livro ele vê todos esses nomes, como você faz?

R – Quando eu falo em bomba acho que o aluno tem uma noção de como funciona uma bomba, então eu tento explicar por gestos por palavras por desenhos também, mas eu tenho impressão que o aluno não consegue entender, eu sempre saio um pouco frustrada da aula porque eu tenho a impressão que apesar de todo o esforço

ele não entende como funciona, talvez se ele pudesse visualizar como é que seria o funcionamento de uma bomba.

P – Qual espécie de bomba?

R – Uma bomba de pressão, não é? Que empurrasse um líquido para ele poder entender, porque a impressão, quando tu fala de bomba, é uma coisa que explode e isso pode parecer para a gente uma coisa simples, boba, mas para o aluno faz diferença. Vaso também, quando fala de vaso eu acho estranho, ele logo pensa num vaso de flor então, termos que eu acho difícil de entender. Então, se o aluno pegar um texto desse a maioria não conseguiria entender precisa do professor para decifrar esse texto. Eu acho e os desenhos são iguais a todos os livros que eu conheço, interessante isso, eu sempre dou aulas para a 7<sup>a</sup>, isso há 7 anos, eu sempre fico com as sétimas, os esquemas são iguais e eu acho muito difícil falar dos movimentos do coração, a sístole e a diástole além de serem nomes que os alunos abominam, eu acredito que não dá para entender, a gente entende mas o aluno não vai entender.

P – E como você faz quando vai explicar a sístole e a diástole para o aluno?

R – Eu explico de um jeito bem simples, tento fazer por gestos mesmo, mas também sempre tenho a impressão que a maioria dos alunos não entende, acha muito difícil o movimento dos átrios, dos ventrículos e sempre saio frustrado. Ainda não consegui uma forma de tornar esse assunto fácil, para os alunos entenderem sempre tenho a impressão que a maioria não entendeu.

P – Você sai com essa sensação só quando está explicando o sistema circulatório?

R – Não, sempre saio com a mesma sensação inclusive depois que comecei a ler mais críticas sobre o livro didático comecei a perceber coisas que eu não percebia, aí fiquei mais frustrada ainda, as aulas continuaram do mesmo jeito, eu sempre me esforçando para explicar com gestos esquemas que eu faço no quadro, inclusive eu tenho alguns alunos que dizem “como a professora desenha bem”, eu sei que muitos não entendem o que eu estou desenhando, eu me esforço, mas sempre fico com uma frustração grande e depois que eu participei da Proposta eu fiquei mais crítica com meu trabalho e aí foi pior ainda, porque a mudança é difícil, é gradativa, então eu preciso de um tempo para tirar essa diferença, essa mudança. Outra crítica que eu percebi, é que os esquemas sempre dão a impressão, sempre chamei a atenção dos alunos, que do lado esquerdo do coração sempre circula um tipo de sangue o arterial e do lado direito o sangue venoso e então o fato de ter as duas cores separadas dá essa impressão que o sangue tem cores diferentes, até a diferença de sangue venoso e arterial acho que não fica claro para o aluno, e também neste texto em particular, em outros eu não senti muita diferença, mas neste não percebi a importância e acho também que o autor não foi claro quando ele falou a função do nosso corpo, a questão do transporte o que ele vai transportar, quando ele chega na célula qual a importância disso, e quando ele retorna traz o que, então essa função não ficou bem clara. Eu acho que ele explicou todo o mecanismo por onde passa para onde vai, mas a função exata não está clara, e coisas assim, do dia a dia do aluno coisas corriqueira como, por exemplo, eles costumam falar de varizes de hematomas, ficou inchado, ficou roxo, coisas que tem haver com o sistema não foi discutido.

P – Quando o aluno traz essas questões como você faz?

R – Sempre aproveito a oportunidade para discutir com os alunos e explicar, o que é e também uma crítica que faço ao meu trabalho, é que sempre dou a resposta, fico muito ansiosa. Tenho lido muitas informações fora, eu assino a revista saúde e lá sempre tem reportagem sobre saúde e eu leio, porque os alunos perguntam muito sobre doenças, e eu tenho que saber informar, como os livros não trazem essas coisas do dia a dia, então eu sempre leio por fora, eu estou sempre preparada para responder, claro que eu não sei tudo, e eu fico ansiosa e acabo respondendo tudo, claro que eu aprendi que não é dessa forma, só que é difícil, também.

P – Como você acha que deve ser?

R – Acho que eu sei na teoria, agora na prática, quando um aluno, quando surge alguma dúvida o interessante é instigar porque as vezes o aluno sabe e pensa que não sabe, é uma coisa interessante, as vezes aquela explicação do aluno tão simples é aquilo mesmo, então é uma coisa que eu não faço nunca. E, depois, tentar estimular o aluno no sentido de procurar informações que estão acessíveis a eles, e eles não sabem, computador, livros, revistas, até uma conversa em casa com a família, então a gente poderia junto procurar essas informações. O professor aprendendo junto e não sendo o dono do conhecimento, como eu me comporto na sala de aula. Inclusive eu já ouvi alunos falando que a professora parece médica, a professora sabe tudo, eu me sinto assim um misto de confiança, que ótimo né? E ao mesmo tempo frustrada porque eu sei que não está certo.

P – Você acha então que deveria ouvir mais os alunos, é isso?

R – Com certeza, é um trabalho muito mais difícil de ouvi-los e tentar estimular a pensar, usar a criatividade eu tenho certeza que eles iam se sentir melhores, a auto-estima, porque eles sabem muita coisa e a gente sub-estima.

P Ok! Do texto tem mais alguma coisa?

R – Só mais um detalhezinho, também as vezes aparece o esquema e a explicação do esquema aparece na outra página, acho isso difícil para o aluno, também faltam algumas informações nos esquemas, pouca informação sobre o sangue, não sei se em outro capítulo fala sobre sangue, que é importante para os alunos uma coisa que eles lidam todos os dias ...

P – Que tipo de informação faltaria nesse esquema da p. 98, por exemplo?

R – Esse desenho da p. 98 mostra o coração, esse desenho está muito complicado, não dá para entender. Esse da p. 95, da veia, também é feio, da p. 94 desenhos feios, da p. 93, uma pessoa que não sabe não entende nada, não sabe nem que o coração está aqui no centro, o que é aquilo ali em cima, este aqui em baixo, inclusive eu faço esse desenho no quadro e eu acho horrível, mas eu faço e em baixo eu tento explicar o que isso significa assim, né? Que é a maioria dos órgãos do corpo, lá em cima, os pulmões mas eu acho horrível. Faço praticamente igual, e aqui dá para ver direitinho, que um tipo de sangue circula de um lado e o outro do outro lado. Não fica claro que o sangue circula sem parar no organismo, dá a impressão que ele sai daqui vai para o corpo todo depois volta o mesmo sangue volta não dá a impressão que é um sistema contínuo fechado e também o autor não comparou a circulação humana com a circulação de outros grupos de vertebrados que é interessante comparar para ver circulação aberta e a fechada.

P – O esquema da p. 95, sobre o coração, essa ficha: a melhor bomba já fabricada o que você acha dessa ficha?

R – Que horror!!! Eu li isto em casa e o que chamou a atenção foi a quantidade de informações. Tem algumas coisas que eu até comento em sala de aula, como o tamanho, o peso, a quantidade de batimentos, mas eu acho que são muitas informações e tem coisa aqui que eu até não entendo muito bem, eu não sabia que o consumo de oxigênio por minuto, a unidade de medida eu não sabia eu não entendo muito de unidade de medida, para mim isto seria uma dificuldade também. Acho que é complicado, quando fala de combustível, glicose, oxigênio tem que ter uma explicação prévia sem ela fica incompreensível. O que me chamou a atenção foi esta última frase: “as revisões periódicas não são necessárias a bomba foi projetada para durar a vida inteira no usuário”, eu não concordo é estranho.

P – Por que?

R – Para durar a vida inteira do usuário, dá a impressão de imortalidade que não vai parar nunca, a gente sabe que não é bem assim. A melhor bomba já fabricada dá a impressão que é um super órgão e a gente sabe que não é assim. A questão do coração tá muito relacionado com o estilo de vida da pessoa a qualidade de vida, como ela vive no dia a dia, a atividade física, a gente vê isto todos os dias nos meios de comunicação e aqui não está dito isso, é uma bomba pronta imbatível, e o estilo de vida

da pessoa não interessa, cigarro não tem problema, álcool, dá a impressão que é uma super bomba mesmo. O estilo de vida talvez seja a principal coisa que deva ser discutido na 7ª série, a qualidade de vida.

P – Quando você dá aula compara o coração com uma bomba?

R – Falo, falo do coração como uma bomba.

P – Como você faz essa comparação?

R – Como eu tinha falado, eu faço por gestos mesmo, tento explicar assim, não tenho certeza se isso é interessante ou se o aluno entende, mas, a questão dos músculos como funcionam e eu tento explicar com gestos mesmo, aperta e sai o líquido e depois se enche de novo e aperta.

P – Você faz essa comparação falando o que, que ele parece com qual bomba?

R – Eu falo uma bomba, só uma bomba, e eu nem sei se o aluno entende, eu acho que ele não entende.

P – Mas você falou que a palavra bomba parece algo que vai estourar, agora se você não falar qual o tipo de bomba o aluno pode pensar que é uma bomba dessas que vai estourar?

R – Eu concordo e acho que é um erro grave, se tivesse um instrumento que pudesse mostrar para o aluno, primeiro como funciona uma bomba seria interessante porque nas escolas não tem nenhum acesso assim, ....Na verdade do jeito que eu estou fazendo eu não comparo com nada, e essa palavra não precisaria nem aparecer, porque eu não estou falando como é que funciona uma bomba. Então eu estou usando o termo e, provavelmente, para o aluno passa despercebido, nem sei o que ele imagina, e eu não deveria usar mas, eu falo bomba.

P – E na prova na avaliação como é que retorno ele dá?

R – Os alunos que tem o hábito de estudar em casa responde a prova de um jeito decorado e aqueles que não estudam não escrevem nada, eu tenho a impressão que não entenderam nada. Inclusive o estilo da prova não proporciona que o aluno tenha liberdade de expressão, as minhas provas até então, são provas bem exatas de assinalar, muito de assinalar de completar acho horrível.

P – Mas por que você faz assim?

R – Eu sei como deve ser, mas não faço porque toda mudança ela é difícil e eu teria que elaborar provas ou avaliações do jeito que seria mais difícil para eu corrigir e, pelo numero de aulas que eu dou a gente não tem aquele tempo disponível em casa para corrigir a prova. Eu levo muito tempo corrigindo, o ano passado eu tinha mais de 500 alunos e levo muito tempo corrigindo provas, então eu faço provas de um jeito que fica mais simples para mim, eu acho isso péssimo mas se eu tivesse mais tempo, menos alunos, com certeza eu deixaria mais livre, a criatividade do aluno.

P- Você imagina por que no livro há a comparação do coração com uma bomba?

R – Não nunca pensei nisso. Eu imagino como funciona uma bomba hidráulica sempre sob pressão né? E eu nem sei por que usam bomba, é alguma coisa sob pressão.

P – Quanto às ilustrações você disse que faz algumas na lousa que são praticamente iguais às do livro didático, é isso?

R – Sim a única ilustração que eu uso é essa aqui da p. 93, eu tento explicar direitinho como é, quer dizer o pulmão está lá, os outros órgãos estão aqui, fica estranho dá a impressão que estes órgãos não tem nada a ver com o coração e o pulmão, só este esquema da p. 93, os outros eu nem pego, os alunos não usam livro na minha aula, eles nem abrem o livro.

P – Mas eles têm o livro.

R – Sim.

P – Você lembra o autor?

R – Carlos Barros, então os alunos não usam, não usam para fazer exercícios, porque é um tipo de exercício que eu não gosto. Eles usam o livro para estudar em casa para a prova. A aula mesmo se baseia nas minhas explicações eu falo muito na aula.

P – Você explica e os alunos não anotam nada no caderno?

R – Alguns anotam e alguns só escutam.

P – Depois eles sozinhos em casa abrem o livro. Quer dizer que você nem vai explicando o que está no livro, estes esquemas, estas comparações...

R – Não só a minha explicação em sala de aula e esquemas no quadro. Eu desprezo as figuras, não faço referência a nenhuma dessas figuras. As vezes a gente abre o livro para fazer alguma leitura complementar, só para fazer exercícios, o questionário que eu detesto.

P – Quando o aluno vai estudar em casa ele abre o livro, esses mais estudiosos, ele traz alguma pergunta sobre algum esquema, alguma outra coisa?

R – Eles não perguntam nada, acredito que a grande maioria não lê o livro em casa, talvez alguns para a prova. A maioria se baseia na minha explicação que eu também acho horrível, como eu te falei porque não tem aquela interação com o aluno.

P – Como você prepara suas aulas?

R – 7ª série o ensino é todo comportamentalizado, depois discuto outro tema como está no programa, eu também acho que não é certo, mas continuo fazendo assim, na hora de explicar faço tudo separado mas procuro sempre fazer menção ...” lembra do sistema digestivo”? Sempre vou capitulando alguma situação para o aluno encaixar um assunto no outro. Sempre me refiro a outros órgão quando estou explicando determinado sistema. Os livro não fazem isso, mas eu faço de um jeito simples e acho que é importante para ele ter noção de que um está ligado com outro. Eu leio o livro didático, eu uso muito o livro didático ainda, eu uso vários autores, eu escrevo, eu tenho mais facilidade de gravar escrevendo, escrevo faço esquemas de um livro didático, depois eu leio outro livro didático, pego informações, cruzo informações pego outras informações e acrescento no meu texto. Não é bem um texto é um esquema, depois leio outro livro didático e coloco mais informações, depois eu leio revistas, revista saúde, coloca as informações, coisas que eu ouço na tv então fica um esquemão e, a partir dele, eu faço minha aula totalmente expositiva.

P – Os alunos vão ouvindo, quem quer anotar anota e quem não quer não o faz?

R – Isso é assim mesmo.

P – E na escola tem outros materiais.....

R – Não, não tem nada, só o livro didático, o giz e o único vídeo da escola ele seve para todos os alunos da escola, quase 3000 alunos, então é muito difícil ter acesso ao vídeo.

P – Em biologia é necessário as vezes se faz algumas comparações acha isto necessário ou não?

R – Quando a comparação é com alguma coisa que o aluno conhece bem, eu acho viável, acho importante, quando o aluno não conhece direito eu acho que não faz sentido. Por exemplo, a bomba eu mesma nunca vi o funcionamento de uma bomba, então não faz sentido .

P – Em qual disciplina do Curso de Biologia você estudou o sistema circulatório humano?

R – foi em fisiologia humana.

P – E anatomia não?

R – As aulas de anatomia que eu tive elas não foram muito boas, foram aulas de basicamente memorização, eu nem me lembro como é o coração, ... puramente memorização, muito nome de osso, disso daquilo, não foi muito interessante, a aula de fisiologia a gente aproveitou mais.

P – A aula de anatomia foi na medicina?

R – Sim, foi com o professor bem jovem eu acho que ele era médico. Foi um choque para mim.

P – Por que?

R- Eu sempre tive curiosidade de ver um cadáver e quando tive aula eu me concentrei muito em ficar observando nas pessoas (cadáver) como erá a vida delas,

então eu viajava muito na aula, em casa eu decorava os nomes, então não acrescentou muito.

P – E tinha um livro para estudar?

R– Tinha uma apostila só com nomes, não tinha nada assim de questionamentos, só nomes para gravar.

P – Que apostila era essa?

R – O professor que entregou a apostila para a gente.

P- Você tem essa apostila?

R – Eu devo ter, junto com o material da Universidade que está lacrado, mas está num lugar da minha casa que eu não consigo mais ter acesso.

P – Que pena....

R – Eu pretendo procurar, o material está no sótão.

P – Além da apostila tinha um livro, ele indicou alguma bibliografia?

R – Não, não tinha só a apostila, eu não tenho certeza se ele mesmo organizou a apostila, mas era uma apostila bem simples.

P – E as aulas de fisiologia como eram?

R – As aulas de fisiologia eram iguais as minhas aulas na escola, iguaizinhas, era giz, aula expositiva e tinha uma referência bibliográfica que a gente poderia consultar, quem quisesse comprar o livro, a professora se esforçava bastante.

P – Quais recursos ela usava?

R– A maioria das aulas eram expositivas e uma vez, só teve uma aula prática, que eu me lembre, e foi com o prof. da área de neurociências, foi com um cachorro e a gente estava observando o comportamento do cachorro, quando o cérebro era estimulado, o cachorro ficava esticado num lugar e preso e tava sedado e, depois de alguns estímulos no cérebro a gente observava as reações e eu da mesma forma fiquei impressionada com aquela cena, e não entendi nada do que ele falou, fiquei impressionada com o cachorro, as reações dele, o que ele estava sentido, eu realmente não aprendi nada.

P – Mas nas aulas de fisiologia....

R – Sempre desenhava, trazia giz colorido, muito parecido com o que eu faço.

P – Os desenhos eram bonitos?

R - Eram bonitos

P – Você entendia bem?

R – Sim, inclusive gravei até hoje a imagem dos desenhos, interessante isso.

P – E agora você faz igual?

R – Sim.

P – Basicamente as aulas eram giz, quadro negro e aula expositiva, mas em qual livro você estudava?

R – Tinha um livro de fisiologia que eu não comprei, quando precisava ia na biblioteca.

P – Você lembra o autor?

R – Eu não lembro.

P – Tem como conseguir o autor?

R – Posso tentar conseguir

P – Como você estudava, no livro ou se baseava somente nas aulas?

R – Eu costumo escrever, tenho facilidade para a dispersão, então sempre anoto para gravar. Eu tenho mais facilidade de gravar quando escrevo, inclusive eu nunca pergunto muito para o professor, eu tenho um comportamento mais tímido e minha estratégia é sempre escrever, então nas aulas de fisiologia eu usei pouco esse livro, eu lembro que fui poucas vezes consultar na biblioteca, eu sempre escrevia eu tinha resultados bons, a professora explicava bem fazia a prova e ia bem.

P – Nas aulas de fisiologia teve algum assunto que te marcou e que você gostou muito?

R – Foi o funcionamento dos néfrons dos rins, achei tão complicado, mas interessante.

P – No curso de biologia teve alguma disciplina sobre história da ciência ou da biologia?

R – Não que eu lembre não, pelo menos não me marcou.

P – Os professores de anatomia ou de fisiologia se reportavam a algum dado histórico ....

R – Não, nada, nada, inclusive quando ouço alguma coisa de história, assim nesse sentido, me chama a atenção acho interessante, fico pensando eu nunca tive informações desse tipo.

P – Você se lembra se nas aulas de anatomia ou de fisiologia foi abordado sobre os modelos que se sucederam para explicar o movimento do sangue, que existiu uma outra de interpretação?

R – Não, nunca falou.

P – Fizeram alguma referência ao sistema aberto ou sistema fechado.

R – Isso sim, que era um sistema fechado, não sei se na época eu entendi o que era isso, hoje eu sei o que é

P - O que é?

R – sistema fechado é, de um jeito bem simples, sistema onde o sangue circula dentro de vasos.

P – Você nunca ouviu dizer que isto já foi pensado como sendo um sistema aberto?

R – Não nunca ouvi falar, mas também quando comento com os alunos nunca faço referência a sistema aberto e sistema fechado.

P – Você não fala que isto é um sistema fechado?

R – Não, não falo.

P – O nome Galeno, Cláudio Galeno te lembra o que?

R – Só me lembro assim, uma pessoa antiga, um cientista antigo, tipo da Grécia, alguma coisa assim.

P – No curso de Biologia nunca falaram sobre Galeno?

R – Não que tenha marcado, porque eu não me lembro nada.

P – Essa informação de que se trata de um cientista Grego, onde você obteve esse conhecimento?

R – É porque eu já li sobre Galeno e até já comentei com meus alunos, antes de iniciar um assunto, quando no começo do ano, eu estava comentando sobre antigamente que não poderia estudar o corpo humano, então tinha muitas idéias equivocadas sobre o corpo humano, ai eu comentava varias coisas, era uma introdução não me lembro bem, eu contava como era e eu falei de Galeno, parece que era 130 dC ou aC, não me lembro exatamente a data, e comentava com eles como foi a história até chegar hoje em dia, assim o estudo da ciência tudo que se descobriu, eu comentei sobre os equívocos e preconceito que se tinha em abrir os cadáveres.

P – Onde você se baseou?

R – Pesquisa em livros.

P – Que livros eram esses?

R – Livro didático, eu não me lembro exatamente qual, porque foram vários livros, mas livros didáticos mais antigos.

P – Antigos quanto, você lembra?

R – Deve ser 80 ou 80 e alguma coisa.

P – É o nome William Harvey, ou somente Harvey?

R – Quando eu estudei fisiologia tinha algum órgão que tinha esse nome, mas não estou lembrada exatamente.

P – Você disse que faz as relações entre os sistemas do corpo humano, no curso de formação como foi feito?



R – Era tudo separado, nenhuma disciplina tinha relação com as outras, nenhum professor fazia referência ao trabalho do outro. O professor de ecologia era separado de botânica que era separado de zoologia, completamente separado.

P – Em fisiologia na abordagem do sistema circulatório havia alguma relação com outros sistemas do corpo humano

R – Não, eu lembro tudo separado.

P – E anatomia?

R – Também.

P – Tem mais alguma coisa que você gostaria de falar sobre a sua formação?

R – Acho que para mim o mais marcante é que depois que trabalhei na proposta curricular eu tive uma outra visão do livro didático, um colega de inglês perguntou para mim se eu gostava do livro didático e eu disse que antes de trabalhar na proposta eu adorava, achava o máximo, hoje eu acho uma droga. Ele disse que ele também, ele também participou da proposta e agora tem a mesma opinião. Hoje eu tenho um outro olhar para o livro, para as minhas aulas, eu não mudei, mas eu sei que vou mudar, aos pouquinhos então para mim isso é uma coisa marcante.

P – Muito obrigado, depois eu passo a entrevista para você ler.

R – Por nada, mas nem precisa.

#### PROFESSOR – C -

P – Qual seu parecer sobre o texto?

R - Não me preocupei muito com o conteúdo do texto olhei mais a constituição do texto, a estrutura dele. Pontos negativos: texto mecanicista começa comparando a circulação com um sistema rodoviário.

P – O que você quer dizer com um texto mecanicista?

R– Ele está comparando a circulação com uma rodovia, ou coração com uma bomba, comparando com alguma coisa mecânica, ele faz uma analogia do homem com uma máquina, um objeto. Então coloquei problemas: eu acho que pode levar a uma redução de conteúdo fica muito na comparação e esquece do conteúdo, ou torna o conteúdo muito superficial; perda de detalhes importantes.

P – Qual detalhe importante?

R– A gente sabe que em circulação tem muito mais do que tem aqui, não é só sistema de rodovia e transporte de tomate para feira, tem transporte para outros lugares, como tem na circulação, o sangue não é distribuído só para o cérebro, mas para todas as partes do corpo, tem que deixar isto bem claro na hora de explicar, o tomate do caminhãozinho não vai só para a feira, mas para outras partes também, então, de repente, o aluno vai entender que o meu sangue vai só para o meu cérebro e não para o resto do corpo, acho que detalhes deste tipo. Eu não trabalhei circulação ainda, já te falei. Mas eu já estudei.

P – mas você está trabalhando na 7ª série e vai abordar a circulação....

R– sim, claro, então eu acho que a minha preocupação com texto deste tipo é essa perda de detalhes ou uma redução no conteúdo, fica muito na comparação e, também, o aluno vai olhar para isto aqui, e vai se perguntar: será que o sangue que circula dentro de mim, circula assim, será uma rodovia que eu tenho dentro de mim, será que é uma coisa parecida com isso? Acho que pode causar um impacto para a criança. Será que eu sou assim, então, como aquela comparação da célula com o tijolinho da casa, então minha célula é um tijolo ou uma coisa assim? Não sei, acho que tem que ter muito cuidado na hora de fazer um tipo de comparação desse tipo. Acho até que algumas coisas cabem, por exemplo, uma casa tem vigas para dar sustentação, não vai deixar a casa cair, acho que pode, levemente, comparar com os ossos do corpo que vai me dar sustentação, eu acho que se deve tomar muito cuidado.

P – O livro compara o sistema rodoviário com os vasos sanguíneos conforme estas ilustrações, que comparação você faria? ou não faria comparação?

R – Eu não tinha pensado nisso, mas, ou eu faria uma comparação superficial e ficaria mais em cima do conteúdo.

P – o que você acha desta comparação?

R – Esta figura, eu acho muito vazia, p. 93. Eu acho que tem figuras muito melhores que a gente pode procurar em literaturas para dar um conteúdo desses, é um esquema muito simplificado; muito vago, acho que é preciso uma figura mais explicativa. O aluno lê muito por cima, ele não lê e compara com a figura, então acho que a figura deve ser muito mais auto-explicativa. Porque não adiante eles não vão ler e olhar para a figura, o aluno não faz isso, só a figura de um animal uma coisa inteira é que eles olham, vêm e já sabem o que é, e até prestam mais atenção, uma figura assim um esquema eles passam por cima.

P – O que mais você achou do texto?

R – As figuras, a noção de tamanho, acho que nunca consegue passar uma noção de tamanho. Diz o texto que o vaso capilar é muito menor do que uma artéria, mas será que está proporcional isto aqui? Não diz o quanto é proporcional. Ah! Isto aqui, eu acho absurdo, a melhor bomba já fabricada, então o coração foi fabricado? Eles (os alunos) podem perguntar, surgem perguntas deste tipo, eu posso até comparar o coração com uma bomba só que o coração foi fabricado? Não é uma coisa bem mecânica? Eles acabam absorvendo isto e não absorvendo o que é real. Este título, a melhor bomba já fabricada vai causar mais impacto do que o próprio conteúdo, então eles vão ficar com a idéia de bomba na cabeça e vão esquecer que o coração é um órgão, que tem várias funções e eles vão esquecer, o que vai marcar é a bomba.

P – Então você não compararia o coração com uma bomba?

R – Eu até poderia comparar, mas jamais chegaria de entrada dizendo que o coração é uma bomba, eu falaria sobre o coração e depois eu até poderia comparar, mas eu diria que o coração faz parte deles, tá integrado ao corpo deles, e, que, até poderia fazer uma comparação mecanicista, mas primeiro eu ia fazer ele entender que aquilo é parte dele, só que não é uma coisa fabricada.

P – Como você acha que apareceu essa comparação do coração com uma bomba? De onde veio essa idéia?

R – Não. Quem elaborou essa idéia, é isto?

P – Sim.

R – Não. Não sei.

P – Nem no curso de graduação, nunca foi falado?

R – Não, já li textos sobre mecanicismo, trabalhos feitos, mas não me recordo, talvez até já tenha lido alguma coisa.

P – Você disse trabalhos feitos sobre mecanicismo, como assim?

R – Trabalhos sobre livros didáticos. Foi um texto que eu estudei acho que com o ... ou com a ... era um texto que trabalha essa questão do livro didático. Acho que era o corpo humano no livro didático, algo assim. Neste texto, até o autor comentava que algumas colocações são necessárias, como o que eu te falei de comparar a viga de uma casa com os ossos, mas eu tenho que deixar bem claro para as crianças que os ossos que estão no corpo dele são para a sustentação, como se eles fossem uma massa de carne que não iria conseguir andar e fazer os movimentos que a gente faz, mas os ossos permitem.

P – Então você acha que algumas comparações têm que ser feitas mesmo.

R – É eu falei isso e também nesse texto alguns autores, algumas pessoas também concordavam, mas é preciso deixar bem claro que o corpo é o corpo, e a máquina é a máquina.

P – mais alguma coisa sobre o texto?

R – talvez montar uma aula prática sobre isto, levar um coração de boi que as pessoas conseguem comprar no mercado e mostrar para eles, que é uma coisa real,

não é só esta figurinha aqui, ele vai ver os vasos, as coronárias, a artéria, dá para mostrar por onde o sangue entra, por onde ele sai, dá para abrir o coração.

P – E esta figura da p.98, este esquema?

R – Ele mostra a distribuição do sangue para todos os órgãos, mas está estranho, está todo deslocado como se não tivesse conexão, eu procuraria uma figura que tivesse mais conexão, por exemplo, o intestino está conectado ao estômago e aqui está tudo aos pedaços e desconectado. Como sou iniciante até chegaria lá e usaria este esquema, mas ia deixar claro para eles (alunos) que os órgãos deles não estão assim soltos no corpo, tem conexões eles são dependentes, que o funcionamento deles são dependentes, eu ia tentar esclarecer, mas batalharia para encontrar um outro esquema. Muitos professores pegaram esse modelo mecanicista como modelo como bíblia, eu acho meio perigoso. Como eu falei, algumas comparações, tomando cuidado, têm que ser feitas e podem ser feitas, mas tomar isto como modelo acho meio perigoso. Mas é um modelo muito fácil então muitos professores acabam usando porque está muito simplificado, então sistema circulatório funciona como uma rodovia. Explicar este tipo de modelo pode ser fácil, mas fazer entender é meio complicado para o aluno.

P – Por que você acha que é complicado para o aluno?

R – A primeira coisa que o aluno vai perguntar: eu sou assim então? Ele pode pensar que ao abrir um corpo ele vai encontrar isso aí. A título de uma comparação até pode ser. Poderia mostrar mais problemas circulatórios entrar mais na realidade do aluno, ele vai questionar. Um parente que teve um problema de circulação, e assim usar estes problemas que os alunos trazem para construir um texto. A partir disto dar todo o conteúdo, e não chegar e mandar abrir o livro na página tal e começar dali, mas começar com uma conversa: vocês lembram de algum problema em família ou ouviram falar de problemas circulatório, ou eu levar um texto que tenha saído em alguma revista, coisa deste tipo e dali ia entrando no conteúdo.

Como você abordaria com seu aluno sobre a questão do nosso sistema circulatório ser do tipo fechado?

R – Que o sangue circula dentro de vasos sangüíneos não sai para fora, só quando tem um corte.

P – Onde você buscaria o conteúdo, ou como prepararia esta aula?

R – Bem, nem todo professor tem, mas eu tenho acesso à internet, à biblioteca na universidade, acho que eu teria opções. Mas na escola em que eu estou não oferece nada, nem vídeo, nem TV, para que eu possa levar algum material.

P – Os seus alunos têm livro didático?

R – Sim, eles têm.

P – Qual é o autor?

R – É este mesmo do texto, eu ainda não tinha passado todas as folhas do livro e eu quando peguei o livro liguei para uma amiga e disse que não tinha gostado muito do livro, ela disse, tu vai excluindo o que tu não gostou, vai incluindo coisa nova, se não tiver muito tempo, reza o livro, ela falou assim, né. Eu disse a ela que é o que vai acontecer quando eu não puder fazer essas pesquisas como eu falei, elaborar um texto ou achar uma figura melhor, uma fita, a gente acaba seguindo o texto (o livro).

P – Você disse que usaria outros materiais e faria outras comparações, você explicitaria para seu aluno porque está fazendo comparações?

R – Eu acho fundamental, não dá para comparar uma coisa com nada.

P – Qual ou quais disciplina (s) você estudou o sistema circulatório humano?

R – Anatomia a gente tem uma noção, e tem a prática também, mas quase tudo que eu sei de circulação foi anatomia, os outros é mais comparativo.

P – E fisiologia?

R – Em fisiologia a gente vê bastante e bem, o professor é excelente, é fantástico como professor ... levou vídeos, por que agora não se faz mais experiências com animais.

P – Mas, o sistema circulatório como ele abordou?

R – Ele mostrou como ocorre o transporte, características, não me lembro muito bem.

P – E anatomia como foi?

R – Anatomia teve uma breve introdução sobre o sistema circulatório e depois parte-se para a prática.

P – E na prática, você viu o que?

R – Como estão distribuídos os vasos, as veia, artéria, capilares, vê o coração.

P – As aula de anatomia são com as peças?

R – Com as peças, mas também com o corpo inteiro. Mostra os braços, as veias, o coração e ai a gente consegue acompanhar.

P – Você lembra quais livros utilizaram em anatomia e em fisiologia? Isto é o professor sempre indica vários livros, mas tem sempre aquele livro que a gente utiliza para os trabalhos e provas, você lembra qual é?

R – Eu me lembro muito bem dos livros, mas não dos autores, o livro de fisiologia eu fiquei com ele emprestado o ano todo, não está mais comigo, mas eu tenho como conseguir o nome dos principais livros que eu usei em cada uma, anatomia e fisiologia.

P – Você falou como o professor de fisiologia abordou a questão do sistema sanguíneo que vocês viram vídeo...

R – É ele mostrou o coração pulsando, e em anatomia o coração era a peça e depois ele fazia a gente pegar na perna, na artéria.

P – Você trabalha com o livro didático e viu que nele tem o sistema digestório, depois o circulatório, respiratório, excretor e são abordados em capítulos separados. No curso de biologia também é assim?

R – Não, no curso de biologia inteiro é feito comparações, é feito ligações, não está nada separado como está no livro didático, a criança, eles acham que está tudo separado, o circulatório é uma coisa e não tem mais conexão com nada.

P – Mas quem acha isso?

R – Eu acho que os alunos, se ele pegar o livro ai ele vai achar isso, cabe ao professor comparar.

P – Você teve alguma disciplina de história da biologia ou da ciência?

R – Não.

P – Os professores de anatomia e fisiologia.....

R – Mas, os professores sempre fazem uma abordagem histórica sobre o que eles vão falar, se é sobre célula há uma abordagem de quem descobriu a primeira célula, como foi isolada a primeira célula, sempre tem alguma coisa assim.

P – E sobre o sistema circulatório qual foi a história que foi contada?

R – Não, não teve, acho que não teve sobre sistema circulatório.

P – Os seguintes nomes, Galeno e Harvey, eles te lembram o que?

Silêncio, por alguns segundos....

R – Galeno me lembra anatomia, ele foi algum dos primeiros a estudar anatomia, alguma coisa assim.

P – E William Harvey?

R – Não lembro.

P – Tanto o professor de anatomia como o de fisiologia referiram-se a modelos de circulação sanguínea? Isto é como era concebido antigamente e depois como mudou?

R – Não, essa parte histórica não teve, mas isso seria ótimo se tivesse. Mas Galeno me lembra anatomia, mas vem de alguma coisa que li fora da universidade, talvez até no livro didático.

P – Você disse que em algumas disciplinas os professores fazem um apanhado histórico ao introduzir um conteúdo, o que você acha desse procedimento?

R – Sim, eu acho ótimo.

P – Isto ajudaria na sala de aula com seus alunos?

R – Sim, porque quando o professor começa com a histórica daquilo que ele vai abordar, para mim torna a aula muito mais agradável.

P – Mas além de tornar mais agradável .....

R - Culturalmente o aluno vai estar muito mais informado também. O aluno pode pensar que o que eu estou falando surgiu ontem, e hoje eu estou passando para ele, mas não, isto surgiu há muito tempo, anatomia mesmo, eu li um texto pequeno, agora é que lembrei, os egípcios antigos já faziam anatomia sem saber, embalsamavam porque eles retiravam as vísceras dos cadáveres.

P – Essas disciplinas que tiveram um apanhado histórico, você achou importante ,e você faria o mesmo com seus alunos?

R – Sim.

P – Então sobre a circulação sangüínea você abordaria historicamente em sala de aula?

R – Sim, certamente, e estou tão curiosa que vou pesquisar.

. P – Ok!, chegamos ao final.

R – mas eu tenho ainda escrito aqui no próprio texto, é esse negócio de comparar o corpo com uma máquina, comparar com carro, o aluno vai pensar, mas um fusquinha é mais simples do que uma Ferrari, então as pessoas são diferentes, umas mais complexas outras mais simples. É uma coisa que o aluno pode se questionar, Então, tem um homem mais simples e um mais complexo.

P – Ok! Eu vou transcrever a entrevista e depois marcamos para você ler, é um procedimento que faz parte da pesquisa, eu vou te ligar. Muito obrigado.

R – Por nada Nadir.

## **PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO**

## PROFESSOR D

P- Qual seu parecer sobre o texto?

R – E trabalhei com este texto no colégio particular, no ano passado, eu acho a linguagem dele um pouco complicada, ele traz muitos detalhes e o aluno não consegue estabelecer a conexão de um capítulo com outro, claro que a função do professor é de fazer essa conexão, mas para o aluno na hora de estudar para lembrar, ele não consegue. Este autor é complexo para o aluno. As figuras que ele coloca são interessantes para saber as localizações, as veias, as artérias mas, eu não me preocupo muito com isto, eu acho mais interessante o aluno saber o que está acontecendo, no dia a dia dele, se tiver o impedimento de alguma artéria alguma coisa assim, qual é a consequência disso para a célula, o que vai faltar para ele, pode lesar alguma coisa.

P – Você não dá muita importância à nomenclatura, é isso?

R – Eu acho válido que o aluno tem que saber, tem que ter o conhecimento, até porque se um dia ele for fazer universidade, trabalhar em alguma coisa específica ele deve ter um primeiro contato com nomes científicos, as posições as localizações dos órgãos, isto eu até acho interessantíssimo, o aluno tem que saber. Nas sétima séries o trabalho é todo por partes, depois no final do ano eu faço eles fazerem um desenho, do contorno do corpo para eles encaixarem todos os sistemas naquele corpo. Todos os alunos reclamam que não cabe, ai a gente começa a trabalhar e dá certo.

P – E no ensino médio como você faz?

R – São alunos que estudam à noite, trabalham, são maiores, geralmente eu peço para eles tentarem relacionar um sistema com o outro, o que a circulação tem a ver com a respiração, com a digestão, a excreção, então eu tento fazer com que eles vejam isto.

P – Como você faz para que eles possam ver isso?

R – Eu faço eles fazerem desenhos, mas sem deitar no chão, como eu faço na 7ª série, estes alunos são maiores, eu peço para tentar encaixar no desenho todos os sistemas ver os órgãos, para ver o que uma coisa tem a ver com a outra, eu tento trabalhar como um todo e não só as partes. Eu pego como referência o sistema nervoso porque todos os sistemas para funcionar precisa do sistema nervoso, mas eu não deixo para falar isso só quando estou discutindo o sistema nervoso, que geralmente é o último a ser estudado, sempre vou fazendo a conexão entre os demais.

P – Entre o sistema circulatório, o respiratório e o excretor, como você aborda?

R – Eu pego os três em relação à respiração celular, eu pego transparência para mostrar as localizações, e ai começo a questionar o respiratório e o digestivo o que eles tem em comum.

P – O aluno do ensino médio já estudou isto na 7ª série, que conhecimentos ele traz, ou ele esqueceu tudo, como é esta questão?

R – Eles lembram aquilo que marca para eles

P – E o que marca para eles?

R – São as doenças, os problemas da circulação, o que pode trazer uma má alimentação para a circulação, a questão do colesterol, a questão sexual é o que eles mais lembram. Os alunos são adultos tem alguns casados, sempre lembram aquilo que tem a ver com a vida deles com o cotidiano. Nomes eles não gravam, por isso no sistema circulatório eu trabalho os tipos de células e trabalho a questão da AIDS.

P – Sobre o texto o que mais você gostaria de dizer?

R – Eu acho que é bem completo em termos de conteúdo mas, para o aluno é bem complexo, os esquemas são complexos, muitas informações o aluno não consegue tirar o essencial daqui, é muito nome, muita informação num mesmo desenho.

P – E este esquema da p. 138?

R – O aluno não consegue ter a noção de que a circulação está indo para a cabeça, a circulação dentro de um corpo ele entenderia muito melhor, para a gente facilita para explicar, mas para o aluno não dá.

P – Como você faz para abordar a pequena e grande circulação?

R – Primeiro eu mostro este esquema, para entenderem e faço eles verem como isto acontece no corpo humano, porque olhando assim, o aluno do ensino médio estadual e mesmo de escola particular, eles acham este texto muito difícil.

P – Você disse que tenta colocar este esquema dentro de um corpo, como você faz?

R – Transparências, neste caso não se encontra algo diferente, tento xerocar o esquema, fazer uma transparência e faço a conexão entre os órgãos, porque ele não consegue encaixar isto no corpo.

P – Mais alguma coisa sobre o texto?

R – Dependendo do aluno que você quer formar, este texto é bom para o vestibular de São Paulo, porque na UFSC não cai mais sobre fisiologia, é mais sobre doenças respiratórias, circulação, o efeito das drogas, fisiologia e anatomia é mais sobre a fisiologia comparada. Para o vestibular o texto é ótimo mas, se você quer formar um aluno que consiga integrar isto no dia a dia é muito complexo.

P – Na p. 135, item sistema circulatório humano, no 3º parágrafo há a informação de que o sistema circulatório é do tipo fechado duplo e completo ...

R – Para o aluno entender só se fizer a comparação com a circulação dos demais animais, desde lá os insetos.

P – Você explica porque a circulação no ser humano é do tipo fechada?

R – Ano passado eu cheguei a explicar. No ano passado cada aluno estudou um sistema e apresentaram, os alunos faziam questões e eu fui complementando e eles não conseguem entender muito bem isto, eles só conseguem se você trabalhar, com a circulação de outros animais você mostra como é a aberta, mas mesmo assim é complexo.

P – No próximo parágrafo há a informação de que o coração “atua como uma bomba premente propulsora de sangue”, o que o autor quer dizer com isto?

R – Ele compara com uma ..... uma .... bomba de água de prédio, cisterna que puxa água de cima para baixo, como se fosse uma máquina, ele faz esta comparação,

P – O coração é uma bomba?

R – Se eu considero o coração como uma bomba? Ele está comparando com uma coisa de máquina, o corpo como uma máquina, que tem uma engrenagem.

P – Como você aborda isto com o aluno? Como você aborda a questão da função do coração?

R – Eu trabalho o coração ,,,, eu trabalho como .....como um músculo que tem a função de puxar, mandar, o sangue .....

P – Você compara o coração com uma bomba para os seus alunos?

R – Que é uma bomba???! Eu acho que no dia a dia você acaba fazendo esta comparação.

P – Se você faz a comparação, com qual bomba você compara?

R – Eu falo que a função é puxar e mandar, eu não tenho usado o termo bomba, mas o coração como um músculo que tem a função de fazer as contrações para puxar o sangue e mandar o sangue, fazer essa circulação. Atualmente eu nem uso o termo bomba, eu já citei mas não comparei com uma bomba.

P – o que te faz pensar que o autor está comparando com uma bomba que puxa água? De onde surgiu esta idéia?

R – Como eu moro num prédio essa palavra é comum.

P – Você já viu em outros livros, mesmo do ensino superior, esta comparação do coração com uma bomba?

R – A maioria dos livros.

P – Você tem conhecimento da origem desta comparação?

R – Silencio não, não tenho a menor idéia, quando me formei no Instituto (2º grau) o coração já era comparado com uma bomba. No 3º grau eu tive anatomia humana, mas fisiologia foi só animal e comparada não tive fisiologia humana.

P – Como você faz para dar ao aluno uma noção sobre o tamanho do coração?



R – geralmente no livro didático há a comparação com o tamanho da mão fechada, na maioria dos livros eles falam sobre isso, eu geralmente tenho aqueles bonecos e mostro o coração.

P – Os alunos têm livro didático?

R – Eles compram, mas não a maioria. Nos últimos 3 anos a gente tem trabalhado com o com o livro do Paulino.

P – Como você prepara suas aulas?

R – Geralmente eu leio mais do que tem no livro, eu pego vários livros e vou vendo o que dizem os vários autores, geralmente eles dizem a mesma coisa, este desenho da p. 134, 136 e 138, se eu pegar uns 10 livros que eu tenho, de anos diferentes e comparar com os livros que eu tenho mais atuais são todos as mesmas figuras e a forma de dar o conteúdo, são idênticos até os exercícios são os mesmos, mas o livro do Paulino é um pouco diferente. Eu leio os vários livros, e faço a minha síntese que é para mim. O aluno a partir da explicação que eu dou eles fazem o seu próprio texto, e na sala de aula, os alunos da noite ou alguém faz para eles ou um cópia do outro.

P – Como você explica os movimentos de sístole e de diástole?

R – Mostro através de um vídeo, que é da revista Super Interessante, que é bom eu vou explicando, vou parando o vídeo e vou explicando.

P – Você então utiliza, o boneco, o vídeo, as transparências e os desenhos que os alunos fazem, alguma coisa mais?

R – Geralmente eu faço esquemas no quadro sobre a circulação.

P – Quais as maiores dificuldades para trabalhar o sistema circulatório?

R – É que os alunos não conseguem visualizar, no laboratório da universidade, você via a artéria, você toca, mas quando o aluno vê uma foto não é a mesma coisa é muito complicado fazer o aluno assimilar.

P – Na universidade em quais disciplinas você estudou o sistema circulatório?

R – Anatomia, mas a fisiologia do coração eu não estudei, fisiologia humana eu nunca tive, só a comparada que não é a mesma coisa. Anatomia eu vi na 3ª fase. Quem dava as aulas de anatomia eram pessoas das Biomédicas, então basicamente era reconhecer as estruturas.

P – Nessas aulas o que você lembra sobre a circulação humana?

R – .....Silencio. Só mesmo sobre as válvulas as artérias, circulação mesmo só os aspectos anatômicos, o que mais me chamou a atenção, eu gostei de saber a localização dos órgãos.

P – Qual o livro de anatomia que realmente você utilizou para as provas e trabalhos?

R – Era um da área médica, o título era Fisiologia, eu passei todo material para os meus colegas, os livros eu consultei na biblioteca, era o Guyton.

P – Você estudou, teve alguma disciplina sobre a história da ciência ou da biologia, ou algum professor fez referência à história?

R – Somente na genética, biologia celular.

P – E na anatomia e fisiologia?

R – NÃO!!! Nem escutei de falar de Galeno que tem tudo a ver.

P. – Onde você estudou sobre Galeno?

R. – Num livro paradidático, mas tem um livro da 7ª série que tem sobre Galeno, - Ciência no dia a dia, não lembro o autor, mas posso te mostrar o livro.

P. Galeno você estudou relacionado a qual conteúdo?

R. – A questão da igreja, a questão de trabalhar com corpos humanos e que ele cometeu muitos erros.

P. E Willian Harvey?

R – Não, não lembro nada.

P – Como seus professores faziam ao abordar os sistemas do corpo humano, como eles estabeleciam as relações entre eles?

R – Não tinha essas conexões, era tudo separado.

P- Ok! Muito obrigado.

R – Foi um prazer.

### PROFESSOR E

P – Parecer sobre o texto

R – Quanto no total ele é um texto de fácil entendimento e deixa a desejar no que se refere a chamar a atenção, por exemplo quando fala de artéria e veias poderia se falar dos bloqueios que ocorrem pela má alimentação e também sobre a questão do fumo, mas o texto é pedagogicamente fácil de ser entendido, permite a confecção de transparência para ajudar na sala de aula e desde que o aluno faça a sua leitura, ele tem um bom desempenho nas suas atividades.

P – Alguma coisa mais sobre o texto, por exemplo, as ilustrações ....

R – São boas permitem que traga o aluno para dentro da leitura.

P – Você me informou, antes da gente começar a entrevista, que já conhece o texto inclusive quem é o autor, como foi que você trabalhou com este texto?

R – Como o livro faz parte do material do aluno, eu trazia transparências e através delas o aluno fazia o acompanhamento de todo o conteúdo. Eu exigia a leitura do texto e eu desenvolvia um resumo do sistema circulatório, desse resumo o aluno fazia o seu entendimento sobre o que ele leu e o que ele aprendeu e, também, utilizava desenhos, as partes do coração, diferenciar bem o que é uma artéria e uma veia, eu pego outros livros didáticos, Pedia também para os alunos fazerem pesquisa, por exemplo, na super interessante, sobre a questão de droga, fumo, etc para associar o que entendeu sobre o assunto.

P – Na p. 135, o texto refere-se à circulação do tipo fechada e completa, como você trabalha essa questão com o seu aluno?

R – Quando falo sobre a circulação eu falo sobre a incompleta, o sistema aberto, ou seja, quando o sangue, ou seja, a linfa banha as células e quando falo da fechada eu deixo bem claro o que é isto, a gente usa o sistema de vaso, na p. 138 eu uso transparência e falo sobre o sistema de vasos e porque o sistema é fechado.

P – E por que o sistema é fechado?, Como você explica?

R – Por que ele circula dentro do sistema fechado onde há intercomunicação dos vasos para deixar parte das substâncias que estava levando e trazer outras que são desnecessárias. Aí, explico que quando o sangue sai dos pulmões e volta ao coração e vai através da artéria aorta para todo o corpo, ele está levando nutrientes e o oxigênio, só que a medida que vai despejando o oxigênio nos tecidos e ele vai recolhendo das células as substâncias que não mais pertence a ela. Nos rins o sangue libera substâncias, chegando aos pulmões libera o gás carbônico. Tudo isso ocorre como uma malha, sem ter abertura, se tiver abertura a gente fala do corte da mão, da úlcera e da generalização de doenças infecciosas que tem a ver com o sistema circulatório, sem esquecer que este sistema fechado tem como elemento fundamental o coração, que é aquela máquina propulsora de todo o movimento. Como o coração tem 4 cavidades o sistema duplo não permite que haja mistura do sangue arterial com o venoso. Quanto ao fato de ser completa, o fato do sangue deixar substâncias e recolher substâncias da célula é o fato da circulação ser completa.

P – Como você faz para explicar o tamanho do coração?

R – Normalmente a gente usa o tamanho da mão fechada.

P – Como você faz para explicar ao aluno a função do coração?

R – Através daquela situação comum, é uma bomba incentivada pelo sistema nervoso que tem o seu batimento, que a gente chama de sístole e diástole, então o sangue circula continuamente. A gente também pode utilizar um sistema que tem no laboratório, tem uma bomba que a gente manualmente pressiona e você vê o ciclo do

liquido que está ali dentro, se pressionar de forma contínua, vai ver que o liquido corre continuamente.

P – O que é que você pressiona?

R – É como se fosse uma bomba de plástico, eu até nem sei o nome da estrutura, mas você pressiona, como se fosse uma gaita de fole.

P – O texto se refere a uma bomba propulsora que bomba é essa?

R – É como uma máquina, o autor, provavelmente, pensou numa máquina que tem a função de bombear alguma coisa.

P – Qual a diferença entre abordar o sistema circulatório na 7ª série e no ensino médio?

R – Na sétima a gente trabalha o assunto com menos profundidade, o aluno aprende fundamentalmente o nome das estruturas, as cavidade do coração, a comunicação entre as cavidades, a função das estruturas. No ensino médio, além das estruturas você aprofunda, isto é, como o coração funciona quais os mecanismos que estão ligados a ele, relaciona o funcionamento do sistema digestório com a circulação.

P – Você tem idéia de como surgiu essa comparação do coração com uma bomba?

R – Não, não tenho idéia, quero quer que não tenha um pensador nesse sentido.

P – Quais outras comparações que você estabelece quando está discutindo a circulação sanguínea?

R – A questão da pressão, porque a medida que o sangue sai do coração ele necessita uma certa pressão, então você utiliza uma mangueira e quando fecha o bico da maneira , aumenta a pressão a água vai mais longe, ai você diz que à medida que os vasos vão diminuindo essa pressão tende a aumentar.

P – O que é para você uma analogia?

R – É..... quando as coisas .... de repente elas .... não é bem que se contradizem mas estão próximas disto, é quando você busca algo comparativo com aquilo que você está trabalhando, não é aquela coisa, por exemplo, quando falo sobre a mangueira não é ela dentro do corpo humano, mas estou tentando trabalhar com aquilo ali.

P – Os alunos do ensino médio têm livro?

R – Eles têm livro da biblioteca, e isto é ruim, porque nem todos têm o mesmo livro.

P – Como você lida com isto cada aluno com um livro diferente?

R – Praticamente os livros do ensino médio abordam os assuntos com a mesma profundidade, mas a gente faz a discussão em sala de aula, e quando o aluno vai pesquisa já é uma pesquisa dirigida.

P – Como você prepara suas aulas?

R – Coloco no quadro negro o assunto e passo a questionar, o que queremos saber sobre o sistema circulatório e, também, começo a questionar o que tem a ver o sistema circulatório com digestório e com a respiração e começo a buscar na sala de aula os conceitos que ele tem, uso transparências, uso o laboratório, relacionando o conteúdo da física com o da biologia e da biologia com a química. Quando estou falando do circulatório estou envolvendo todos os outros sistemas.

P – Como você explica a pequena e a grande circulação?

R – Através de desenhos, como este do livro.

P – Quando os alunos chegam ensino médio, em que vão estudar este assunto, eles lembram o que foi abordado na 7ª série?

R – Não lembram totalmente, mas têm uma boa noção da função do órgão (coração).

P – Em quais disciplinas você estudou o sistema circulatório?

R – Anatomia e fisiologia.

P – Como foram as aulas de anatomia no que se refere ao sistema circulatório?

R – Utilizava o laboratório, a demonstração das peças, como são veias, artérias, era demonstrado diretamente no corpo, basicamente isto, e forneciam a bibliografia para

ocê. Leituras e adquirir o básico. Em fisiologia a demonstração de alguns órgãos com demonstração de funcionamento e mais também leitura.

P – Em anatomia e em fisiologia havia alguma referência a aspectos históricos da circulação?

R – Não.

P – O que lhe chamou mais a atenção nestas aulas?

R – O que mais me marcou foi quando falava da questão das veias e da pressão sanguínea, como é que essa pressão tinha que existir para chegar no coração, com que valor essa pressão precisava chegar.

P – Qual foi o livro de anatomia que mais você consultou, aquele que realmente leu para as provas e trabalhos?

R – Eu utilizava o Fattini, na parte de anatomia, e de fisiologia eu não lembro o autor.

P – Se você pudesse inserir a história da circulação do sangue nas suas aulas, ou a história da ciência, como você avalia, seria positivo ou não?

R – Acho que isto seria mais para o professor, não ter isto como mais um assunto para o aluno, era bom o professor ter esse conhecimento para ele, qualquer indagação do aluno, para ele poder responder. Assim, como se faz com as aulas da genética, onde se citam os autores.

P – Você já ouviu falar de Cláudio Galeno? O que este nome te lembra?

R – Não, esse nome eu não sei.

P – William Harvey?

R – Já ouvi falar, mas não lembro nada.

P – Do curso de Biologia como era feita a abordagem sobre a interdependência dos sistemas do corpo humano?

R – Da mesma forma que eu te falei que eu faço, ou seja, inicialmente de forma separada, que didaticamente é mais fácil de ser entendido e depois vai se referindo aos outros sistemas.

P – Então é só isto, professor. Muito obrigado.

R – Por nada.

## PROFESSOR F

P – Parecer sobre o Texto

R – Acho que este texto é do livro do José Luiz Soares. O conteúdo não muda muito, como o da 7ª série, só que a pequena e a grande circulação a gente explica assim só por cima. Neste tipo de conteúdo é o seguinte, eu preparei transparência para as partes do coração, as duas aurículas, os dois ventrículos a confusão que eles fazem de vasos, artérias e veias, quem que sai do coração quem que chega ao coração; coração pulmão coração, eu acho que eles (os alunos) não têm culpa, imagina esta foto da p. 136 eu coloquei numa transparência colorida e apresentei, aí eu tento fazer um esboço para eles diferenciarem veia de artéria, a gente tem também um vídeo. Então eu falo veia são todos os vasos que chegam ao coração e artérias são vasos que saem do coração, então eu faço eles repetirem em voz alta, para poder memorizar. Aí, eu coloco no quadro este esquema, quando coloco a transparência fica fácil. A questão da esquerda ou direita da transparência, isto é um nó, eu ainda não consegui distinguir como é o correto, coloco na frente do professor e digo olha o lado direito e esquerdo, mesmo assim eles acham que está errado não coincide com a foto do livro dele. Por exemplo, na 7ª série eu pedi para ele fazerem o esquema do coração, os vasos e o pulmão e o coração, fizeram numa cartolina com caneta vermelha e azul, de 40 alunos apenas 2 acertaram a seqüência. Tem um livro de 7ª série, do Carlos Barros, que tem uma figura errada, tem um vaso que tem que chegar na aurícula e ele chega no ventrículo e quem descobriu este erro foram os alunos. Quando eles desenharam, eles assimilaram melhor, vaso que sai e vaso que entra depois os vasos que saem em destino aos pulmões. É uma confusão, eu falo: gente

temos dois pulmões o que acontece em um acontece no outro, vocês têm que entender isso !! 50% atingiram meu objetivo e os outros não, porque não quiseram desenhar. Esses nomes aqui, rede de Purkinje, nódulo atrioventricular, feixe de His, (p.136), eu não trabalho com estes nomes, eu digo que eles não precisam memorizar, é um assunto para medicina e no vestibular isto não cai. Uma vez eu trouxe um coração de boi para escola, os alunos ficaram com nojo, mas era só para mostrar a eles as partes do coração, que não é como na foto tudo direitinho, divididinho com um risco separando as partes, e que os pesquisadores é que deram os nomes de aurículas e ventrículos, isto eles gostaram de ver. E perguntaram se era do mesmo tamanho do nosso, eu disse que não, o tamanho do nosso é o tamanho de um punho fechado. Discuto também a localização do coração, eles perguntam se é do lado esquerdo e eu digo que não, é no centro. No laboratório eu abordo a questão da pressão arterial. Como no ensino médio eles têm mais acesso à internet eu divido a turma para fazer pesquisas sobre doenças do sistema circulatório, por exemplo, arteriosclerose, etc... Cada aluno faz um tipo e depois fazemos um debate em grande grupo.

P – O que os alunos do ensino médio lembram da 7ª série sobre este assunto?

R – Lembram das partes do coração, não lembram dos vasos que chegam e que sai, as cores, eles não lembram, porque a veia tem sangue azul e a artéria tem sangue vermelho; perguntam se a gente tem sangue azul. Ai eu explico, porque o sangue azul tem o rótulo de sangue sujo, ai eu explico que o sangue azul é o sangue sujo que carrega um gás diferente, é o gás carbônico, e as artérias têm o sangue que carrega oxigênio e ai explico que no pulmão é diferente. Explico. Sobre a pulsação eu explico a importância da circulação, da atividade física quando a circulação está a mil, e que o coração é uma bombinha, como o motor de um carro sempre em equilíbrio, se agente não fizer atividade física, aqueles tubinhos começam a entupir, essa parte eles gostam dessa comparação dos tubinhos.

P – Quando você fala que o coração é uma bomba, o que eles entendem?

R – Eles entendem primeiro que o coração é o órgão principal do corpo humano e que ele sente as emoções, é o órgão do amor, é isso o que eles aprenderam porque eles receberam isso desde o jardim. Eu digo que o importante é o cérebro que coordena todas as funções do o nosso corpo, eu explico que o coração é a bomba que vai fazer injetar sangue para todo o nosso corpo, o cérebro manda as informações e o coração faz. Digo que o coração é uma bomba de músculo que impulsiona o sangue.

P – Você diz que é uma bomba de músculo e o que eles perguntam sobre isso.

R – Não, eles não perguntam porque eles entendem que a bomba é algo para ter força, é como a bombinha da água lá da minha casa que manda água para a caixa de água, tem aluno crítico que fala isto, e aí eles relacionam bombinha da água com o motor do carro, o motor da máquina de cimento que ajuda fazer força, e eu digo, claro que sim, é uma força para se fazer circulação, eles têm essa relação boa.

P – Os alunos é que estabelecem essa relação?

R – São eles que estabelecem, eu só coloco que é uma bomba e eles é que vão trabalhando, um diz e os outros seguem buscando outros exemplos. No ensino médio eles são mais parados e eu digo a eles que os alunos do fundamental são mais críticos do que eles. Esta figura da p. 134, figura 236, eles ficam malucos, não entendem essa confusão de tubinhos vermelhos e azuis, eles ficam horrorizados, e eu digo para se aterem apenas aos tubinhos maiores, eu digo que a preocupação é com as veias e artérias principais. Esse desenho da p. 138 que eu fiz na transparência e pedi para eles fazerem na cartolina, para eles poderem entender.

P – O que eles entendem com este esquema da p. 138?

R – Eles, entendem porque eu mostro na transparência, fica um colorido legal e eu vou acompanhando com eles o caminho, digo que temos os vasinhos memores. Tem um desenho mais inteiro que mostra as partes mais detalhadas e eu digo para ele colocar esta ilustração dentro do desenho de um corpo para saber os nomes, as cavidades, essa

história do intestino, do fígado eles já viram que são as artérias distribuindo para todas as partes do corpo e depois tá voltando.

P – mas eles não acham que se abrir um corpo vai se encontrar isto? (esquema p.138)?

R – Acham, mas eu explico que isto é um esquema, mas eles perguntam como conseguiram montar este esquema aqui, eu digo que são pessoas especializadas que mexem com isso toda hora e tentam montar, mas isto quem fez é um professor é o próprio autor do livro. Todos os autores de livros de biologia usam este esquema, de onde será que eles tiraram isto aqui?

P – Realmente é uma boa pergunta, merece uma pesquisa.

R – Qualquer livro de biologia do Carlos Barros, da Sonia Lopes, do Paulino, do Gewandsznajder, do Gowdak é o mesmo conteúdo, são as mesmas ilustrações, as mesmas atividades, as mesmas questões do vestibular, tudo. Porque quando eu comecei a dar aulas, eu era aquela professora Caxias, eu tinha tempo, então quando eu ia fazer uma prova eu pegava questões de cada livro e eu queria saber o que tinha de diferente, um livro do outro e eu não tinha muita alternativa, porque se repetiam, mesmos exercícios, mesmas questões e acontece até hoje o MEC está aí com os mesmos livros.

P – Os alunos do ensino médio têm livro?

R – Sim estamos com Sonia Lopes. Os alunos acham muito complicada a redação dela.

P – E o livro referente a este texto?

R – Este livro é bom, ele é bem sucinto.

P – Como você prepara as aulas?

R – Eu digo aos alunos que o livro é para eles acompanharem as aulas, mas eu explico o conteúdo e as dúvidas que eles têm, eu peço para anotarem para não interromperem a aula, porque se eles interrompem vai fugindo e o que eu preparei em uma aula vai em três, não consigo acabar e vai se perdendo a assimilação deles, mas não tem jeito eles param a aula, as vezes são fatos do cotidiano deles, por exemplo, fulano de tal morreu de ataque cardíaco, aí eu vou explicando o conteúdo e se tem parada é rapidinho e eu dou continuidade à aula. Quando acabo a explicação aí tem debate geral.

P – A sua aula é baseada no conteúdo do livro?

R – Eu uso a linguagem deles, não a do livro.

P – Como você faz para explicar os movimentos de diástole e sístole?

R – Movimentos com a mão, mostro com a mão o que é uma contração, a sístole para expulsar o sangue e o relaxamento, a diástole é a distensão, mas eles erram porque eles não gravaram, mas os alunos que fazem a relação com a mão acertam. Mas aulas com vídeo ajudam muito, eles visualizam.

P – Quando você aborda o sistema circulatório é separado dos outros sistemas?

R – Eu digo que o sistema circulatório está levando oxigênio e nutrientes para todas as células e daí pergunto de onde vem o nutriente e, de onde vem o oxigênio, eles lembram da digestão e da respiração a questão das trocas. Isto não são todos, mais ou menos 50% dos alunos.

P – No seu curso de formação em quais disciplinas você estudou o sistema circulatório?

R – Na fisiologia que ajudou muito bem, eram os mesmos professores que trabalhavam com os alunos da medicina, só que não pegavam muito a fundo porque não era esse o objetivo de preparar os professores, era mais ou menos por cima, mas ajudou porque eles faziam a gente ler livros de medicina.

P – Você lembra o nome do livro?

R – Não lembro muito bem, .....eu lembro que eu ia para a biblioteca .....

P – Por acaso foi o livro do Guyton?

R – Sim era esse mesmo, como tu sabe?

P – Ora, eu também sou formada em Biologia.

R – O professor falou para a gente ler esse livro para fazer a avaliação e então a gente devorou o livro! O professor tinha o livro e disse que era muito bom, mandou a gente ler.

P – Como eram as aulas de fisiologia humana?

R – Pegava os animaizinhos e a gente não gostava, era uma cena que assustava a gente, como futuros professores de biologia a gente vai defender os animais e como a gente deixava o professor fazer aquilo? A gente conversava com ele para saber se não tinha outro jeito e ele dizia que não, fizemos até um abaixo assinado. As aulas eram teorias e essas práticas e ele não deixava a gente escrever nada, dizia para ler o livro que estava tudo lá.

P – E anatomia?

R – Foi legal, eu gostei porque a gente mexia nos órgãos, o osso, o músculo, o tecido a gente pegava neles e a gente relacionava bem. A gente entrava com lápis e caderno e a gente tinha que saber o nome de tudo. Sobre o coração a gente via só as cavidades e os vasos, assim como o sangue saia, isso não, só mesmo a questão anatômica.

P – Como era explicada a função do coração?

R – Não, isto eles não explicaram, a teoria era só nos livros.

P – Mas como você relaciona bomba com coração?

R – Ah! eu fui ver isto nos livros do ensino médio e 7<sup>a</sup> série, quer saber uma coisa, eu aprendi o conteúdo de biologia dando aula, e não lá, e preparando aula.

P – Sim, mas você utilizava o conhecimento e os livros da graduação?

R – Não, a partir de livros didáticos, alguns livros de morfologia das plantas, zoologia, esses eu uso, também o de citologia do Junqueira.

P – Como você aborda a questão da circulação humana ser fechada, dupla e completa?

R – Eu estou trabalhando características dos seres vivos e quando chega na circulação tem lá, a circulação deste filo é fechada, deste outro é aberta, só isso. Eu pergunto aos alunos o que eles entendem sobre isto, eles não se posicionam, então digo por onde circula nosso sangue, eles dizem dentro de vasos, e eu pergunto a nossa circulação é aberta ou fechada, ai eles dizem ah, é fechada. Então pergunto como é a aberta. O professor da universidade nunca explicou para nós a diferença da fechada e da aberta. A aberta chega em lacunas, eu sei disso preparando aulas.

P – No curso de Biologia você viu alguma coisa sobre história da ciência?

R – Sim, vi nas metodologias, a didática trabalhava isso, instrumentação do ensino de ciências, todos eles, metodologia do ensino de ciências, porque eu fui buscar isso, porque me formei em 88, e fui dar aula de biologia e me disseram que a CRE não aceitava porque eu não tinha estas disciplinas, então fui para o departamento de biologia e tive que fazer estas disciplinas. Quando retornei fiz com a ....., uma professora que estava na Secretaria da Educação e estava fazendo mestrado na Educação da UFSC e pegou essas aulas para dar. Eu adorei aprendi muita coisa com História da Ciência. Ela dava metodologia do ensino de ciências. Elas traziam textos para a gente e a gente trabalha em cima deles.

P – Você lembra quais eram estes textos, ou algum assunto deles?

R – Não, não lembro mais, mas meus colegas que se formaram comigo não tiveram.

P – E especificamente história da biologia? Você acha que estas disciplinas ajudariam?

R – Sim ajudariam e como!

P – Porque você acha que ajudaria?

R – Porque o curso é tão seco, é mais na teoria, dá a entender que a gente nunca vai trabalhar no dia a dia, porque acham que a gente vai trabalhar só com aquilo, aqueles conteúdos, aquelas palavras, não sei se dá para entender, é seco. Ajudaria a entender

como surgiu a biologia, quais as faculdades que surgiram quais eram os objetivos para preparar os professores.

P – O você lembra de Cláudio Galeno, ou Galeno somente.

R – Galeno?! Cláudio Galeno?! Não me lembro, já ouvi falar de Galeno mas não me lembro nada dele.

P – E Harvey, Willian Harvey?

R – Não, sobre metodologia, ele escreveu sobre metodologia? É isto o que me associa, metodologia do ensino de ciências.

P – No curso de anatomia e fisiologia, não foi mencionado estes nomes?

R – Não, nada disso.

P – Em quais disciplinas foram abordadas a questão das relações entre os vários sistemas do corpo humano?

R – Na universidade é tudo separado, mas tem uma professora que ainda está lá, da aula de citologia e fazia essa relação, zoologia de animais o professor sempre dizia, gente vocês serão futuros professores e não se esqueçam de associar o conteúdo com a realidade do aluno, ele já dizia lá na aula, sempre lembrar o que está no livro com o dia a dia da criança, isto me ajudou muito. Eu quando comecei a dar aulas eu me perguntava como fazer o aluno entender isso, se eu formada em Biologia tenho dificuldade!

P – Ok! Muito obrigado.

R – Por nada.



## **FICHA DE DADOS DO PROFESSOR**

# DADOS DO PROFESSOR

## 1- DADOS PESSOAIS

Nome \_\_\_\_\_

Data de nascimento \_\_\_\_\_ Cidade/ Estado de Origem: \_\_\_\_\_

Endereço e fone para contato: \_\_\_\_\_

## 2 - FORMAÇÃO

Ensino Médio \_\_\_\_\_

Curso \_\_\_\_\_ Escola \_\_\_\_\_

Cidade/Estado: \_\_\_\_\_ Ano de conclusão: \_\_\_\_\_

Licenciatura: \_\_\_\_\_

Curso \_\_\_\_\_ Instituição \_\_\_\_\_

Cidade/Estado: \_\_\_\_\_ Ano de conclusão: \_\_\_\_\_

Especialização:

Instituição: \_\_\_\_\_

Cidade/Estado: \_\_\_\_\_ Ano de conclusão: \_\_\_\_\_

Outras Informações sobre a Formação

---

---

---

### 3 - TRABALHO DOCENTE

Tempo de docência: \_\_\_\_\_

Qual ou quais escolas trabalha atualmente?

a- \_\_\_\_\_

b- \_\_\_\_\_

c- \_\_\_\_\_

Carga horária em cada escola:

a- \_\_\_\_\_ b- \_\_\_\_\_ c- \_\_\_\_\_

Série (s) em que já lecionou: \_\_\_\_\_

Série (s) que leciona atualmente \_\_\_\_\_

### 4- APERFEIÇOAMENTO PROFISSIONAL

**Cursos – Seminários – Congressos** que participou

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Dentre ele qual (ais) você **destacaria e por que:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Participação em projetos:

Nome \_\_\_\_\_ Ano \_\_\_\_\_

Nome \_\_\_\_\_ Ano \_\_\_\_\_

**TEXTOS SELECIONADOS DOS  
LIVROS DIDÁTICOS**

TEXTO – ENSINO FUNDAMENTAL

**Ciências – Entendendo A Natureza**

**O Homem No Ambiente.**

SILVA JR,. C; SASSON, S.; SANCHES, P. S. B.

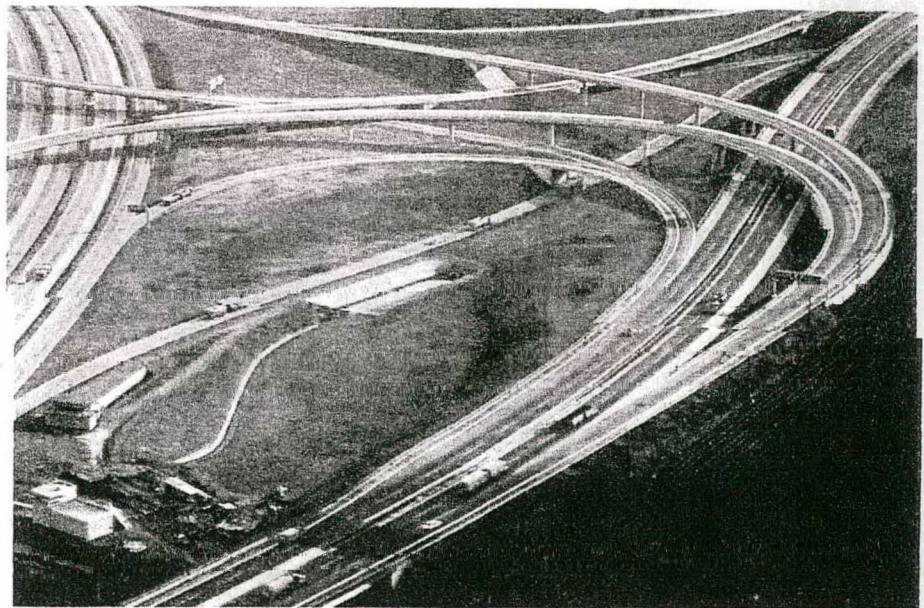
São Paulo: Ed. Saraiva.

- 1998 -

### A CIRCULAÇÃO NUMA CIDADE GRANDE

A circulação numa cidade grande é feita através de suas ruas e avenidas, pelas quais pessoas e mercadorias se locomovem.

Linhas de metrô e de ônibus transportam os habitantes pela cidade toda, caminhões levam alimentos aos supermercados e restaurantes, a coleta de limpeza retira os detritos produzidos. Toda a atividade da cidade depende, assim, das ruas, das avenidas e dos meios de transporte que aí circulam.



As vias de transporte numa cidade.



As vias de transporte no corpo: vasos capilares vistos ao microscópio.

No nosso corpo, o sistema circulatório, constituído por **vasos sanguíneos, sangue e coração**, pode ser comparado às ruas, avenidas e ao sistema de transportes de uma cidade. O sangue recolhe oxigênio dos pulmões e alimento do intestino, e os distribui para cada uma das células, da mesma forma que a carne, as verduras e as frutas são distribuídas numa cidade. Por outro lado, o gás carbônico e os resíduos que cada célula produz são levados pelo sangue até os órgãos que os expulsarão do corpo, da mesma forma que o lixo da cidade é recolhido e eliminado.

## A CIRCULAÇÃO HUMANA: UMA VISÃO DE CONJUNTO

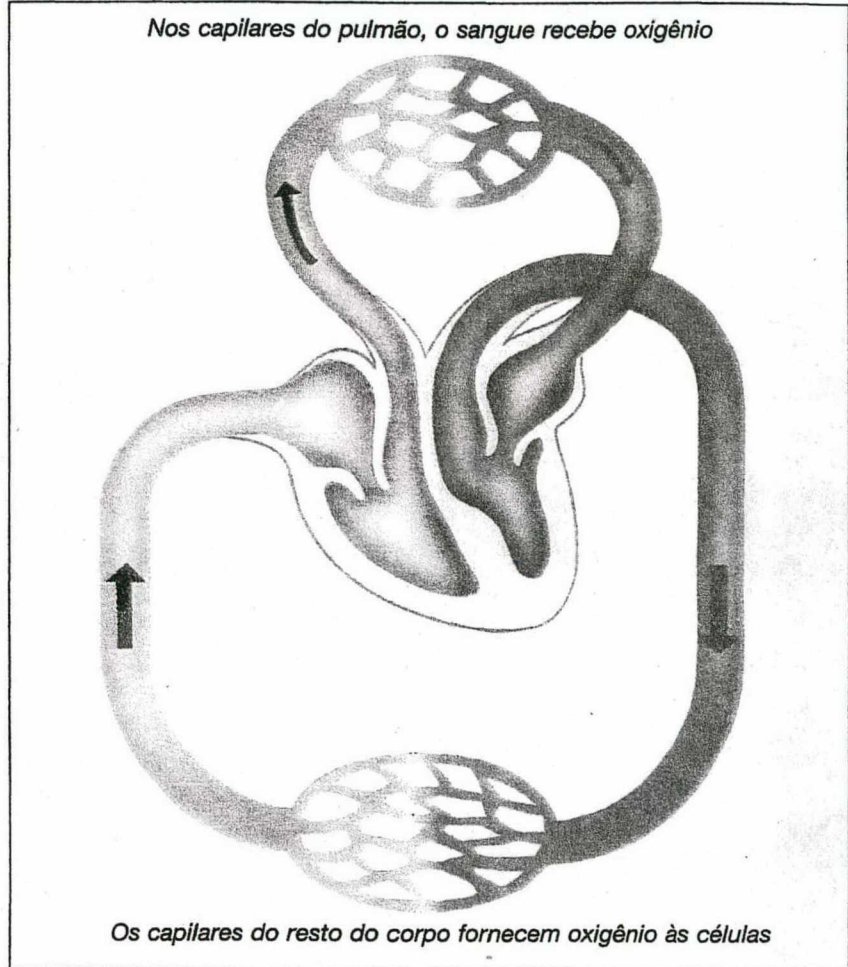
Veja o esquema a seguir; ele vai dar a você uma noção **geral** do trajeto que o sangue percorre no corpo. Assim, ficará mais fácil entender o processo circulatório de forma mais detalhada.

Repare primeiro no coração, que fica na parte central do esquema. Trata-se de uma poderosa **bomba** que empurra o sangue pelos milhares de vasos sanguíneos do corpo, durante toda a nossa vida. Na verdade, o coração é constituído por **duas** bombas independentes, uma direita e uma esquerda, coladas uma à outra, que funcionam simultaneamente.

Comece pelo lado direito do coração (no esquema, à esquerda). Ele está repleto de sangue **venoso**, representado em azul. Esse sangue é bombeado para os pulmões, nos quais ele recebe oxigênio e devolve gás carbônico (lembra da hematose?). O sangue **arterial** (representado em vermelho), formado nos pulmões, é levado para o lado esquerdo do coração. O trajeto coração-pulmões-corção é chamado de **pequena circulação**.

Em seguida, o lado esquerdo bombeia para o resto do corpo o sangue arterial, que acaba chegando a cada uma das células, às quais ele entrega o oxigênio e das quais retira o gás carbônico. O sangue, agora **venoso**, volta para o lado direito do coração, e todo o ciclo recomeça. O trajeto coração-corpo-corção é chamado de **grande circulação**.

Podemos agora começar um estudo um pouco mais detalhado dos componentes do sistema circulatório, para compreendermos em seguida seu funcionamento.



## VASOS SANGÜÍNEOS

Alguns vasos sanguíneos são bastante espessos, outros são tão finos que só é possível vê-los ao microscópio. Através dos vasos, o sangue chega aos diversos órgãos, tecidos e células, retornando em seguida ao coração. Há três categorias principais de vasos sanguíneos: **artérias**, **vasos capilares** e **veias**.

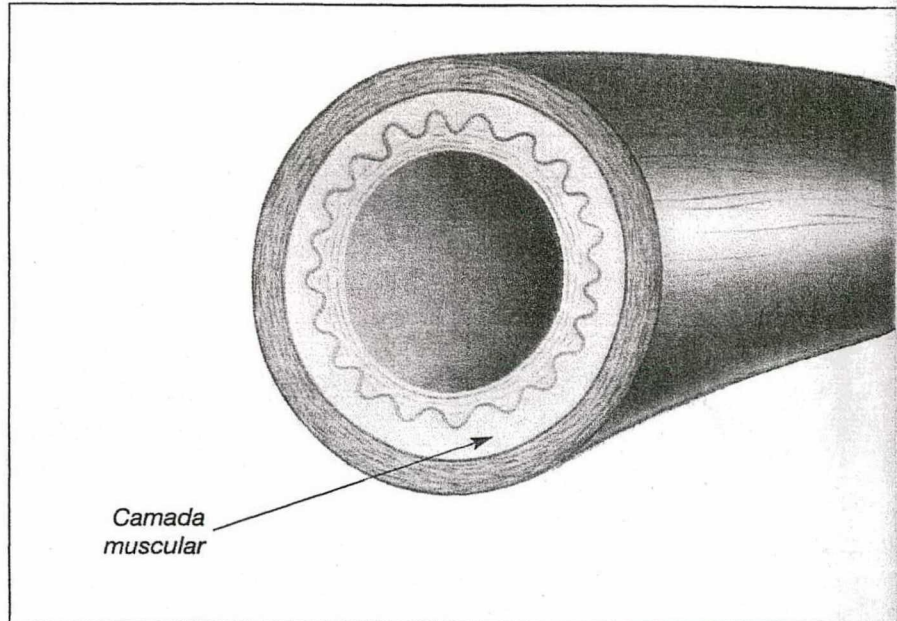
### Artérias

As artérias **sempre partem** do coração, ou seja, levam o sangue do coração para as outras regiões do corpo. Observe novamente o esquema anterior. O vaso que leva o sangue venoso do coração para o pulmão é

uma artéria; também é uma artéria que leva o sangue arterial do coração para o resto do corpo.

As artérias têm paredes grossas, formadas de tecido muscular, e suportam altas pressões. Nelas, o sangue circula com rapidez. Por serem elásticas, se expandem a cada batimento do coração.

Quando muito finas, as artérias são chamadas **arteríolas**. Também estas apresentam paredes com musculatura. O diâmetro da arteríola diminui ou aumenta conforme essa musculatura se contraia ou relaxe.



Artéria

## SAIBA MAIS

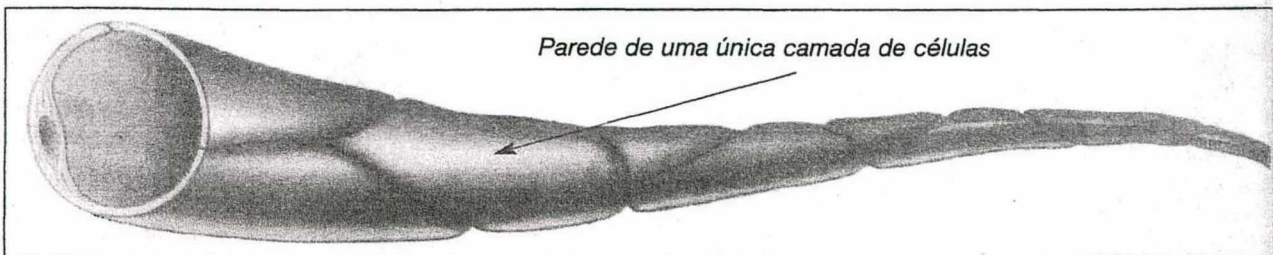
É importante que você perceba este detalhe: as veias não carregam necessariamente sangue venoso; da mesma forma, as artérias não transportam obrigatoriamente sangue arterial. Assim, o critério para decidir se um vaso é uma artéria ou uma veia não é o tipo de sangue que ele transporta, mas sim se ele está saindo do coração (artéria), ou chegando a ele (veia).

## Vasos capilares

As menores arteríolas desembocam nos vasos capilares. Existem redes de capilares em todos os órgãos do corpo.

Os capilares são tubos muito finos, visíveis apenas ao microscópio. Sua parede tem **uma única** camada de células. Por causa disso, são os únicos vasos capazes de **trocar** com os tecidos **substâncias**, como oxigênio, gás carbônico, alimento e resíduos. Artérias e veias, por terem paredes espessas, não fazem trocas com as células; somente transportam o sangue.

Veja novamente o esquema geral da circulação. Repare que nos capilares dos pulmões o sangue venoso, ao devolver o gás carbônico e receber o oxigênio, se transforma em sangue arterial. Veja ainda os capilares dos tecidos em geral: o sangue arterial cede oxigênio às células, recebe delas gás carbônico e se transforma em sangue venoso.



Vaso capilar

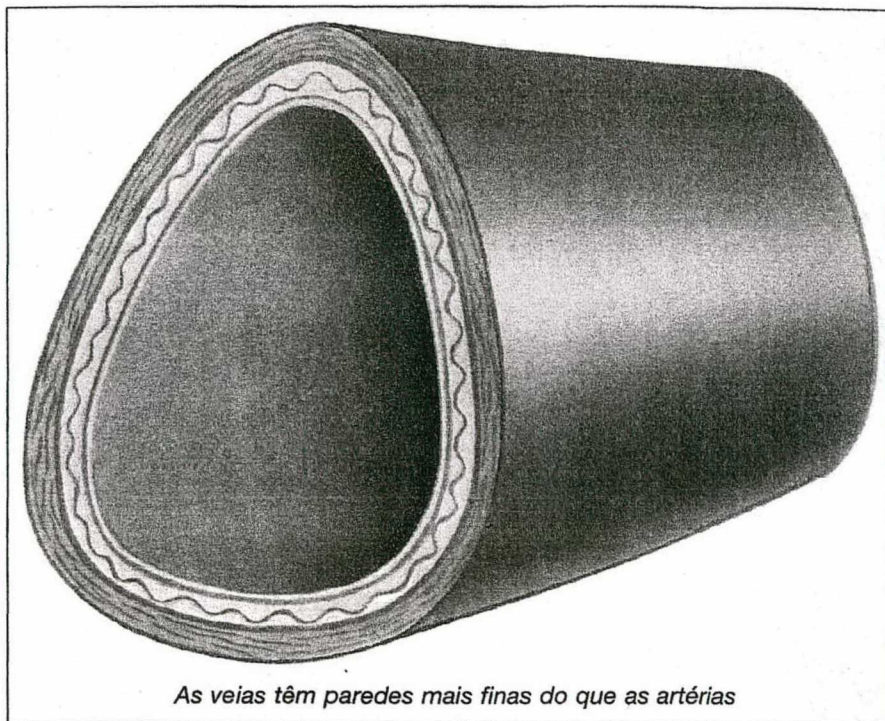


## Veias

As veias **sempre** levam sangue ao coração. No esquema geral de circulação, repare na veia que traz sangue venoso de todo o corpo ao lado direito do coração, e naquela que traz sangue arterial dos pulmões para o coração.

A parede de uma veia é muito mais fina que a de uma artéria. Nas veias, o sangue circula sob pressão muito menor e, portanto, de forma muito mais lenta do que nas artérias.

As veias mais finas, chamadas **vênulas**, recolhem o sangue da rede capilar e se juntam a veias cada vez maiores, que depois desembocam no coração.



As veias têm paredes mais finas do que as artérias

Veia.

## O CORAÇÃO

O coração não é a sede das emoções, como se acreditava antigamente. É possível entender de onde vinha essa idéia: afinal, a raiva, o medo, ou a visão da pessoa amada sempre tinham como efeito acelerar o ritmo cardíaco...

Sabemos hoje que o coração é apenas uma bomba de grande potência e regularidade, que empurra o sangue ao longo dos vasos sanguíneos. Leia o anúncio ao lado, que fornece uma espécie de "ficha técnica" do coração.

O coração se localiza na caixa torácica, entre os pulmões. Tem o tamanho aproximado de um punho e é oco. É um órgão muscular, sendo portanto capaz de contrair-se e relaxar. Divide-se internamente em quatro câmaras: pelas duas de cima, chamadas **átrios** ou (**aurículas**), o sangue penetra no coração; pelas duas inferiores, os **ventrículos**, o sangue sai do coração. Os

### **A melhor bomba já fabricada!**

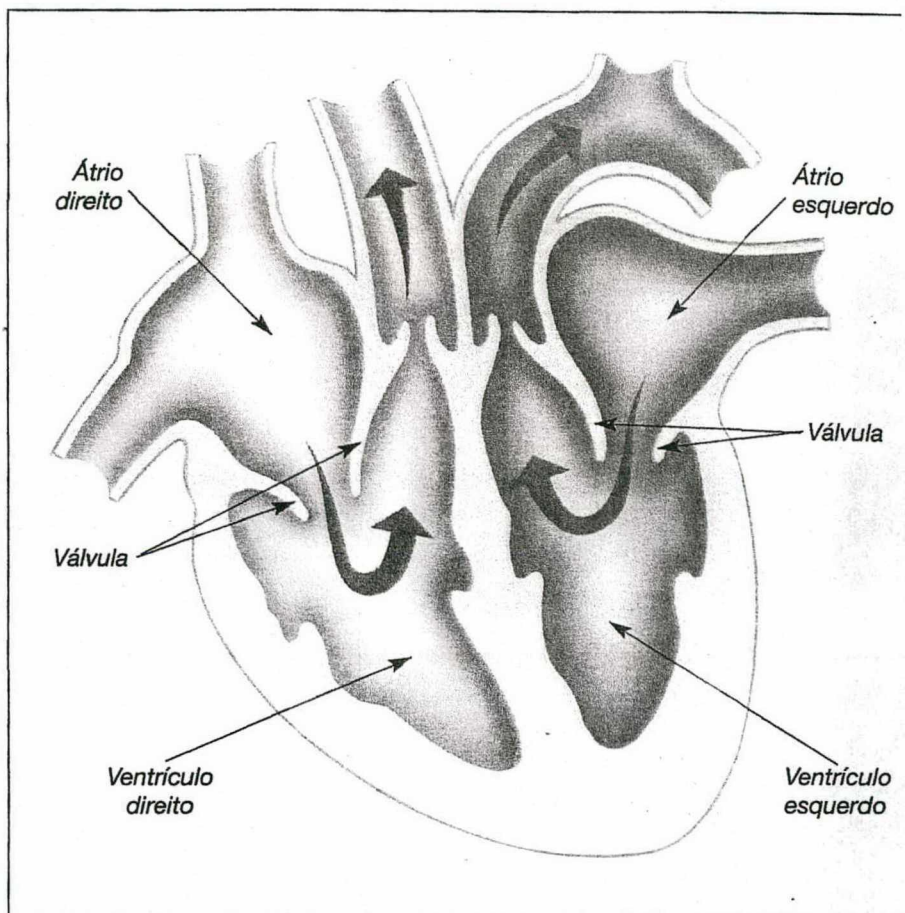
#### *Especificações técnicas*

- pesa entre 250g e 400g.
- é produzida com material biológico de alta resistência.
- bombeia mais de 10 litros de líquido por minuto!
- taxa de batimentos: ao redor de 70 por minuto, em condições de repouso; muito aumentada, se necessário, em condições de trabalho.
- total de batimentos, em média, para uma duração de 70 anos: 2 575 440 000!
- volume de líquido empurrado para uma duração média de 70 anos: 367 920 000 litros.
- Combustível: glicose; para uma combustão correta, também é necessário oxigênio.
- Consumo de oxigênio por minuto: 26 ml em velocidade normal; 150ml em alta velocidade.
- Revisões periódicas: não são necessárias; a bomba foi projetada para durar a vida inteira do usuário!

### **Para garantir maior durabilidade da bomba**

A bomba poderá ser usada normalmente, mesmo em condições de trabalho pesado. É obrigatório, no entanto, manter os vasos que levam o combustível totalmente desobstruídos; para isso, deve-se evitar o excesso de gorduras na dieta e manter o peso em níveis razoáveis.

ventrículos têm paredes mais grossas do que as dos átrios. Uma parede separa as câmaras esquerdas, em que há sangue arterial, das câmaras direitas, e que há sangue venoso. Assim, os dois tipos de sangue não se misturam, por não há comunicação entre os dois lados do coração.



Keystone



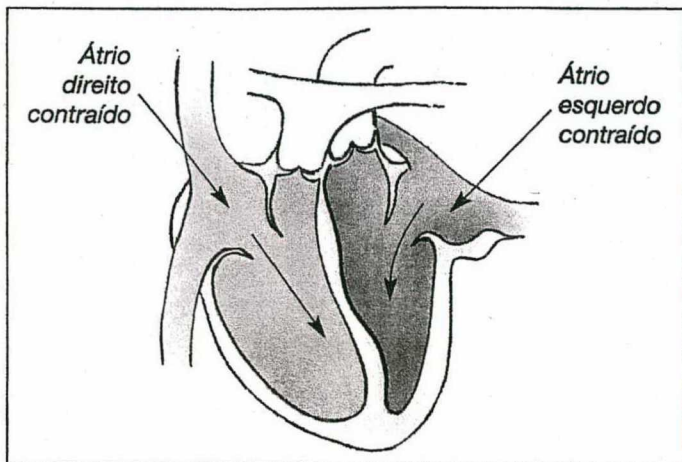
Entre os átrios e os ventrículos existem **válvulas** que permitem ao sangue movimentar-se em apenas um sentido, sem retornar pelo mesmo caminho. Os ruídos do coração são produzidos pelo fechamento ritmado dessas válvulas. Quando, por algum motivo, elas falham, e seu fechamento não é perfeito, os ruídos se modificam: são os chamados **sopros cardíacos**. O médico, ao auscultar\* um paciente, percebe com facilidade a ocorrência de sopros. Problemas de válvulas às vezes têm de ser corrigidos com a colocação de válvulas artificiais.

Para auscultar um paciente, o médico utiliza um estetoscópio.

\* **Auscultar:** aplicar o ouvido para escutar os barulhos do coração, dos pulmões ou do tubo digestivo, geralmente com a ajuda de um instrumento chamado **estetoscópio**.

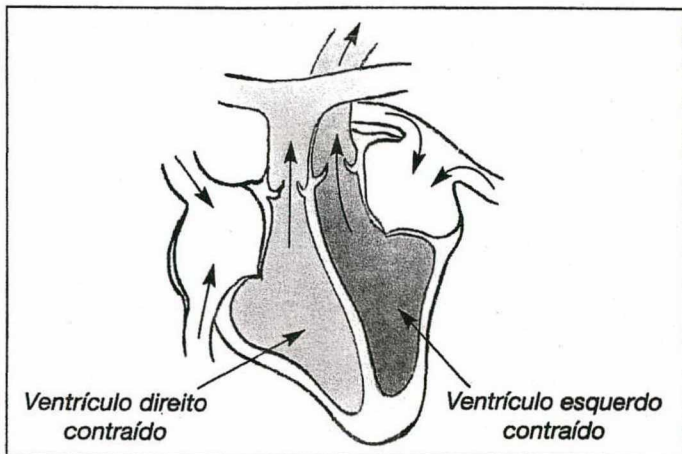
## SÍSTOLE E DIÁSTOLE: OS BATIMENTOS DO CORAÇÃO

**Sístole** é a contração do coração. **Diástole** é o relaxamento desse órgão. Inicialmente, ocorre a **sístole atrial**: os dois átrios se contraem ao mesmo tempo, as válvulas se abrem, e o sangue chega aos ventrículos.



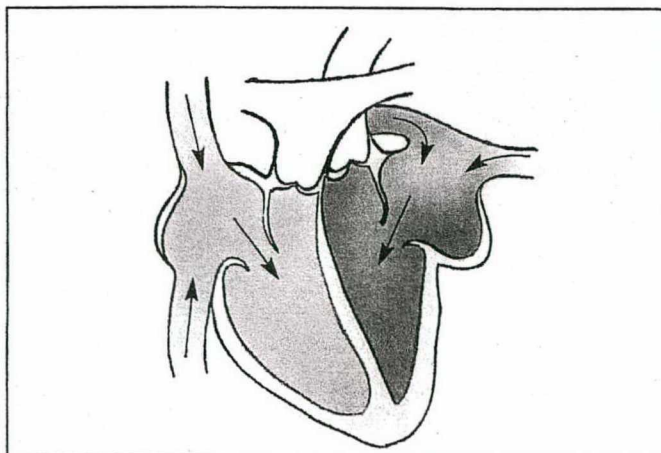
Sístole atrial.

Em seguida, ocorre a **sístole ventricular**: os dois ventrículos se contraem, e as válvulas se fecham, impedindo que o sangue retorne aos átrios. Do ventrículo direito, o sangue é enviado aos pulmões; do ventrículo esquerdo, ao resto do corpo.



Sístole ventricular.

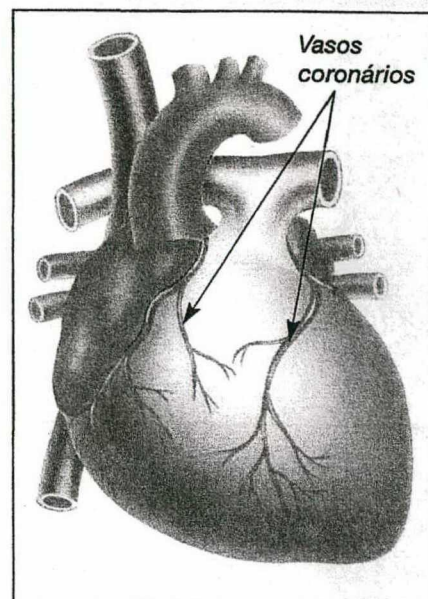
Durante a **diástole**, tanto átrios como os ventrículos relaxam. O coração se enche novamente: no lado esquerdo, com sangue proveniente dos pulmões; no lado direito, com sangue proveniente do resto do corpo. Todo esse sangue é trazido por meio de veias.



Diástole.

**SAIBA  
MAIS**

O coração necessita de muita energia para funcionar: consome muita glicose e muito oxigênio, precisando então ser fartamente irrigado pelo sangue. Entretanto, o sangue que circula **dentro** do coração não o nutre. Esse sangue está apenas de passagem, e vai ser bombeado para o resto do corpo. O coração é nutrido por vasos especiais que existem em sua própria parede, os **vasos coronários**.

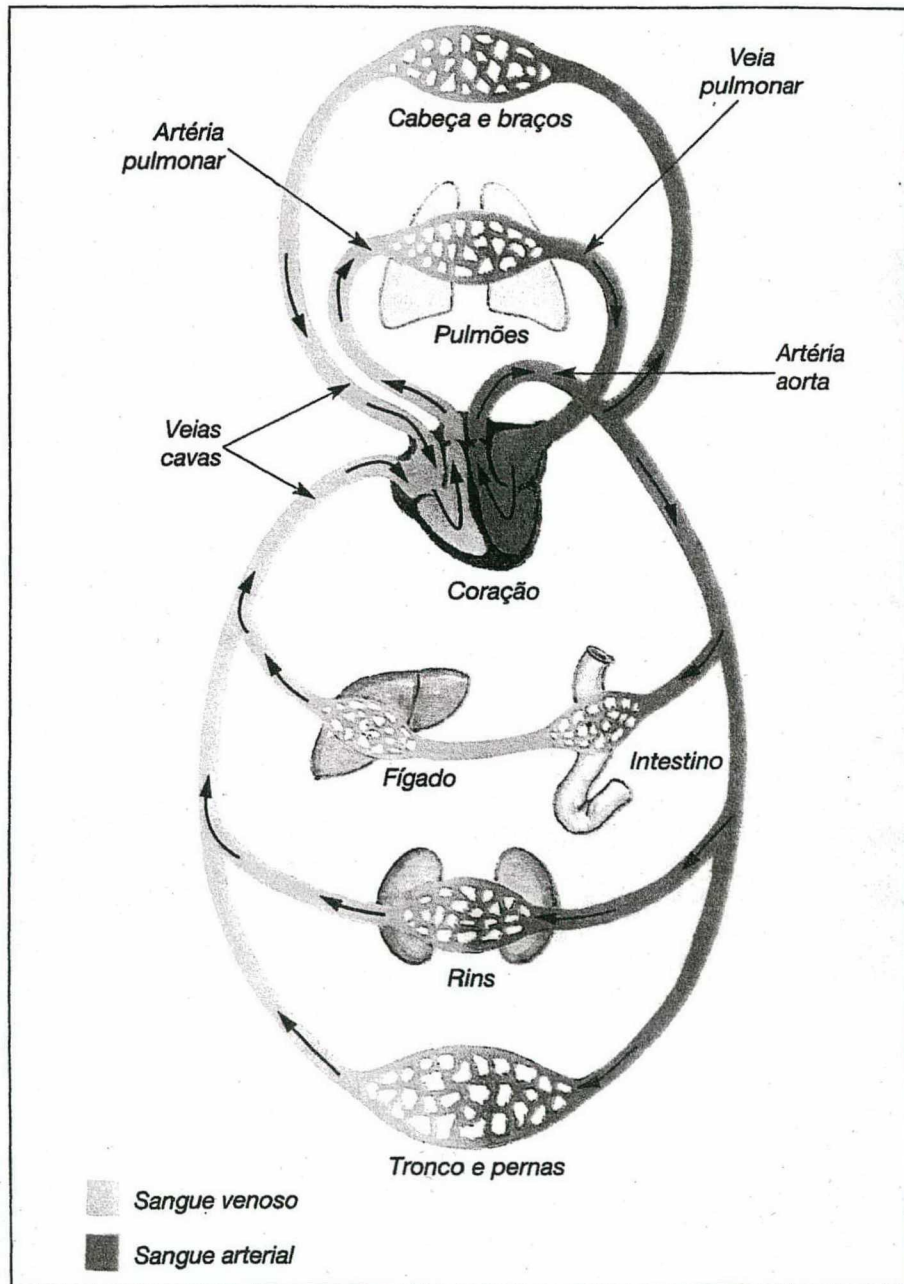


## O CAMINHO DO SANGUE: VASOS E ÓRGÃOS PRINCIPAIS

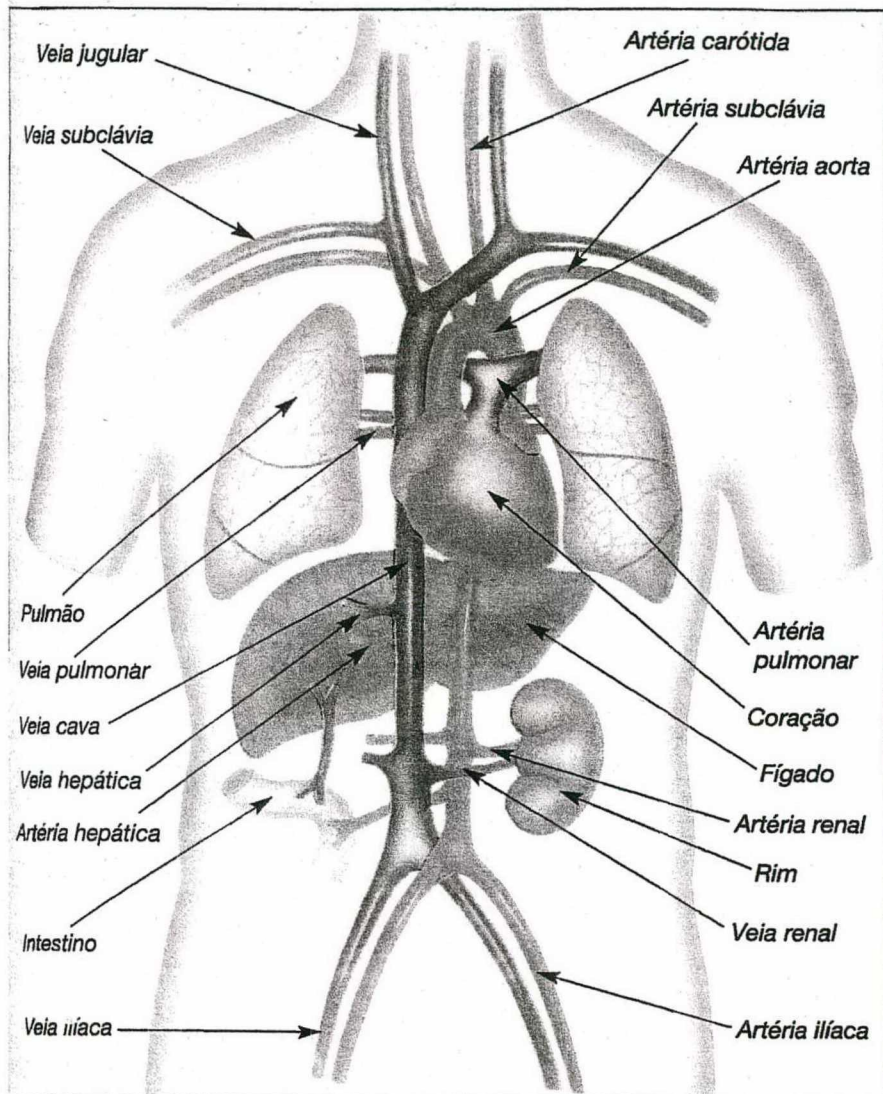
Vamos agora conhecer com mais detalhes os vasos e os órgãos pelos quais o sangue passa. Acompanhe a descrição pela figura abaixo.

O sangue venoso é recolhido de todas as partes do corpo: cabeça, fígado, tubo digestivo, rins, tronco, pernas etc. Ele é trazido ao coração pelas **veias cavas** e entra no átrio direito. Dali, passa para o ventrículo direito. Note que todo o lado direito do coração contém sangue venoso.

O sangue venoso sai do ventrículo direito através da **artéria pulmonar** e vai para os pulmões, onde se transforma em sangue arterial. Esse sangue retorna ao coração pelas veias pulmonares, entrando no átrio esquerdo. Dali, passa ao ventrículo esquerdo e é bombeado para o resto do corpo através da **artéria aorta**. Note que, em todos os órgãos aonde chega, o sangue corre na rede capilar, perde seu oxigênio e transforma-se em sangue venoso.



A figura a seguir mostra a posição de alguns vasos importantes no corpo humano em relação aos principais órgãos. Ela servirá apenas para consulta, não devendo ser memorizados os nomes de todos os vasos citados. Veja, por exemplo, que as artérias carótidas, que saem da aorta, levam o sangue arterial à cabeça; já as veias jugulares trazem da cabeça o sangue venoso. As subclávias (tanto artérias como veias) irrigam os membros superiores, enquanto as ilíacas irrigam os membros inferiores. No rim, entra uma artéria renal, e dele sai uma veia e assim por diante.



**A pulsação**

Quando o coração bombeia sangue, as paredes das artérias, que são elásticas, aumentam de diâmetro, logo voltando, porém, ao tamanho normal. Dizemos, neste caso, que a artéria **pulsa**. A pulsação pode ser percebida nas regiões em que a artéria passa próxima à pele, como, por exemplo, no pescoço ou no pulso. As pulsações permitem medir o número de batimentos do coração por minuto, já que cada pulsação corresponde a uma contração ventricular. Pessoas que praticam esportes muitas vezes medem sua pulsação logo após o esforço, verificando o tempo que ela leva para voltar ao normal. Essas medições constituem um dos indicadores do nível de preparo físico do esportista.

A posição de alguns vasos importantes do corpo humano em relação aos órgãos.

**PRESSÃO ARTERIAL**

Um líquido que corre através de um tubo exerce pressão em suas paredes. Isso pode ser verificado facilmente quando usamos uma mangueira de jardim: muitas vezes, o simples fato de abrir a torneira faz com que a mangueira mude de posição. Se nela houver pequenos furos, formam-se pequenos chafarizes, mostrando que a água pressiona as paredes lateralmente.

As artérias são também pressionadas pelo sangue que corre dentro delas. A pressão nas artérias vai depender de muitos fatores: a quantidade de líquido circulante, a força com que o sangue é bombeado, o diâmetro das próprias artérias, sua elasticidade etc.

TEXTO – ENSINO MÉDIO

**Biologia**

SOARES, J. L.

São Paulo: Ed. Scipione

- 2001 -

## CIRCULAÇÃO E TRANSPORTE

No estudo da Biologia, convencionou-se fazer uma distinção entre os termos CIRCULAÇÃO e TRANSPORTE. **Circulação** é um fenômeno mais complexo, observado nos animais, que consiste num fluxo contínuo de líquidos e células através de uma rede de vasos, tornando possível a realização de diversas funções simultâneas. Assim, por meio da circulação sanguínea e da circulação linfática, o organismo efetua:

- a condução do oxigênio desde os órgãos respiratórios a todas as células do corpo, e o encaminhamento do  $\text{CO}_2$  dessas células aos órgãos respiratórios, para seu descarte final;
- a distribuição dos nutrientes absorvidos pelo tubo digestivo a todos os tecidos, e a condução dos produtos finais do metabolismo das células até os órgãos do sistema excretor, para a sua eliminação;
- a circulação dos hormônios, produzidos em glândulas endócrinas ou em células especializadas, para atuação em pontos distantes do organismo, num verdadeiro sistema de integração entre os diversos sistemas do corpo;
- a veiculação de células especializadas na atividade de defesa orgânica, como os leucócitos, bem como de anticorpos, visando o combate a todo agente estranho invasor do organismo;
- a manutenção da temperatura corpórea nos animais homeotérmicos, impropriamente chamados "animais de sangue quente".

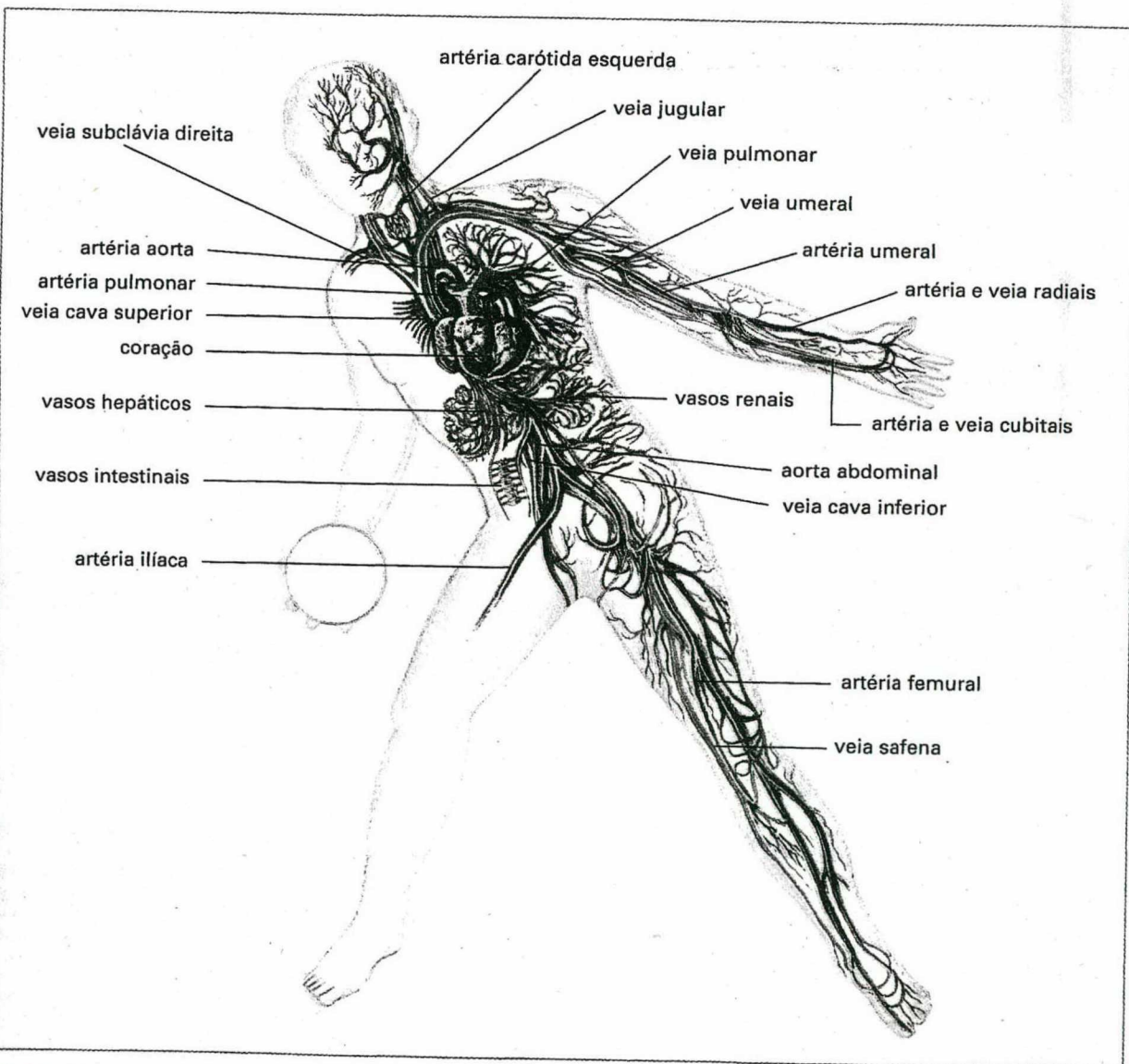


Fig. 236. Esquema geral e simplificado do sistema circulatório sanguíneo humano.

Como se vê, a circulação contribui com o seu papel na terminalização dos mecanismos digestivo, respiratório, hormonal, imunitário e homeostático do organismo. O termo homeostático se refere à preservação das condições internas do corpo mesmo quando ocorrem variações no meio externo.

O **transporte** é um fenômeno bem mais modesto, observado na natureza dos vegetais, que consiste no fluxo da seiva bruta e da seiva elaborada, visando exclusivamente a função de nutrição das células. E nada mais!...

Não há, portanto, diferença entre circulação e transporte?

## O sistema circulatório humano

O sistema circulatório compreende a **circulação sanguínea** e a **circulação linfática**. A primeira é constituída pelo coração e por vasos sanguíneos, isto é, vasos que conduzem o sangue. Estes vasos se distinguem em artérias, arteríolas, capilares, vênulas e veias. Já a circulação linfática é constituída de um sistema de vasos – os vasos linfáticos – com uma outra estrutura bem diversa, que conduzem a linfa, um líquido orgânico de composição e finalidade diferentes em relação ao sangue.

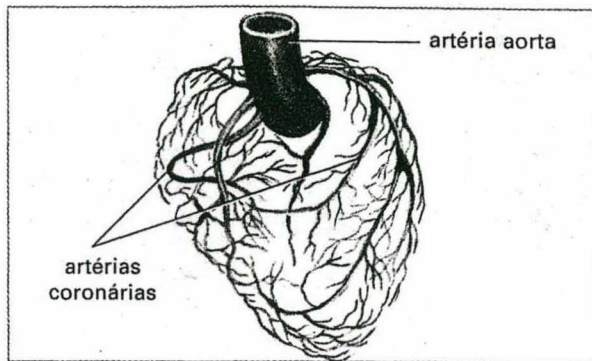
O sistema circulatório sanguíneo é um vasto e complexo circuito de vasos que tem como peça principal o coração, pois é do seu trabalho que resulta a força propulsora que impulsiona o sangue através de toda a rede vascular.

No corpo humano, a circulação é do tipo **fechada** (o sangue circula unicamente dentro de vasos), **dupla** (realiza um duplo circuito, com grande e pequena circulações) e **completa** (nela não há qualquer mistura de sangue arterial com sangue venoso).

O coração é um órgão de paredes musculosas grossas (músculo estriado cardíaco), pouco maior, no adulto, que um punho fechado e que atua como bomba premente propulsora do sangue para todo o corpo. A espessa parede do coração é chamada **miocárdio** e suas células são abastecidas de oxigênio e nutrientes pelas artérias coronárias. A obstrução de uma coronária impede a irrigação sanguínea de uma área do miocárdio, com a conseqüente morte das fibras musculares daquela região. Isso caracteriza o infarto do miocárdio.

As contrações do coração constituem as **sístoles** e as suas dilatações ou relaxamentos são as **diástoles**. Na sístole, o coração efetivamente tra-

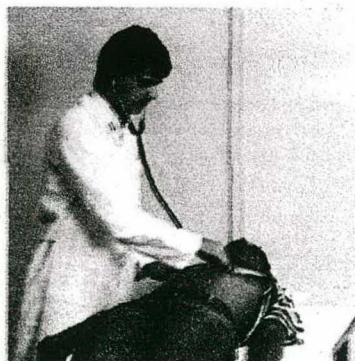
balha, mas, na diástole, ele apenas se relaxa e admite passivamente que o sangue que retorna, ainda com certo impulso, penetre e expanda suas paredes.



**Fig. 237.** As artérias coronárias saem da aorta e irrigam todo o miocárdio.

O coração humano (como em todos os demais mamíferos e aves) possui 4 cavidades: duas superiores, chamadas **aurículas** ou **átrios**, e duas inferiores, denominadas **ventrículos**. Quando as aurículas entram em sístole, o ventrículos entram em diástole. Quando ocorre a diástole das aurículas, os ventrículos já estão em sístole.

A sístole ventricular determina um impulso energético do sangue em direção aos pulmões e a todo o corpo. Esse empuxo do sangue pela rede circulatória é ritmado e pode ser medido não só na sua frequência como na sua força. O ritmo das contrações cardíacas pode ser contado pela ausculta do coração, o que se torna mais fácil com o uso do estetoscópio (figura 238) ou pela simples contagem das batidas da artéria radial no pulso da pessoa (figura 239). Já a força com que o coração impulsiona o sangue através das artérias corresponde à pressão arterial. Ela é medida com o uso do esfigmomanômetro (aparelho de pressão), auxiliado também pelo estetoscópio (figura 240). As alterações do pulso e da pressão arterial podem indicar anormalidades funcionais do coração.



**Fig. 238.** Ausculta cardíaca com o uso do estetoscópio.

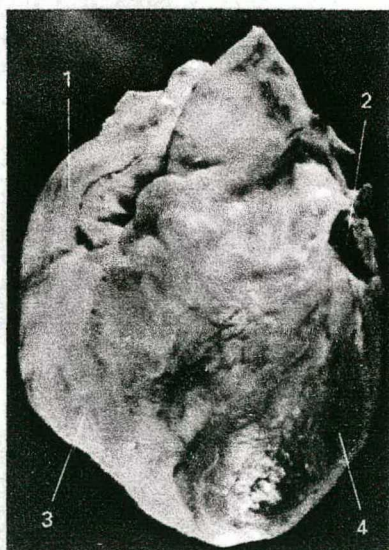




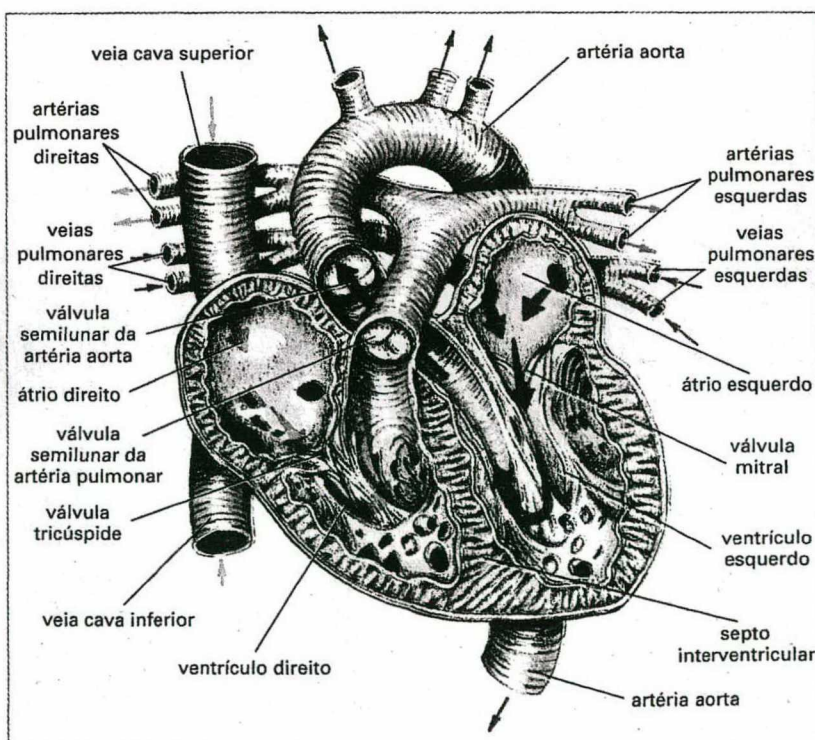
**Fig. 239.** A medida do pulso na artéria radial indica o ritmo cardíaco.



**Fig. 240.** Avaliação da pressão arterial.

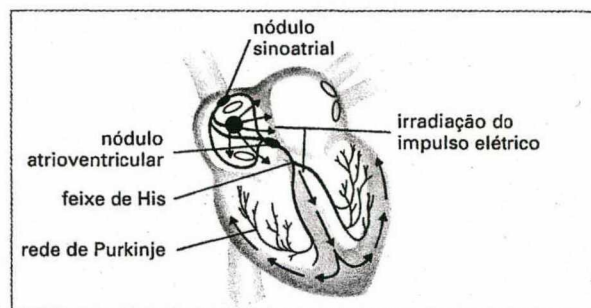


**Fig. 241.** Coração humano visto pela frente: 1. átrio direito; 2. átrio esquerdo; 3. ventrículo direito; 4. ventrículo esquerdo.

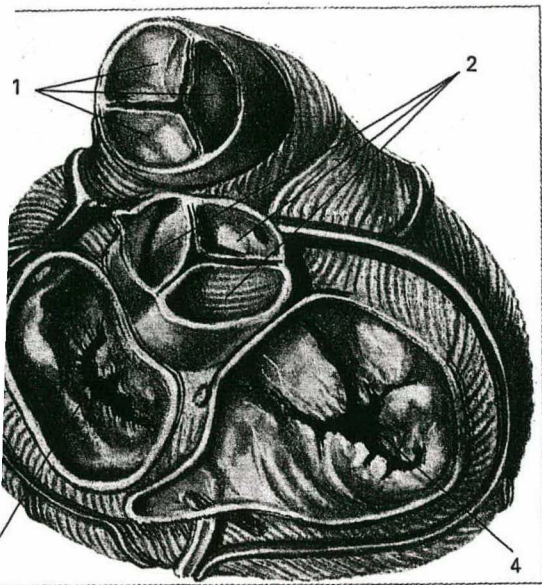


**Fig. 242.** As cavidades cardíacas e os grandes vasos. As válvulas mitral e tricúspide fazem a comunicação entre átrios e ventrículos, dos lados esquerdo e direito, respectivamente. As semilunares dão acesso à artéria aorta e à artéria pulmonar.

O ritmo cardíaco é controlado não só pelo sistema nervoso autônomo como, principalmente, por nódulos específicos situados em determinados pontos do coração. Assim, o **nódulo sinoatrial**, localizado na parte mais alta do átrio direito, formado de um tipo especial de fibras musculares estriadas cardíacas com capacidade de gerar e transmitir rapidamente estímulos elétricos, comanda ordens que passam ao **nódulo atrioventricular**, para o **feixe de His** e para a **rede de Purkinje**, coordenando as contrações auriculares e ventriculares.



**Fig. 243.** Os comandos do coração. O eletrocardiograma é um exame que capta e registra a passagem dos impulsos elétricos através do miocárdio.



**244.** Coração visto por cima, sem as aurículas. 1. válvula lunar que dá entrada para a artéria pulmonar; 2. válvula lunar de acesso à aorta; 3. válvula mitral (à esquerda); 4. válvula tricúspide (à direita).

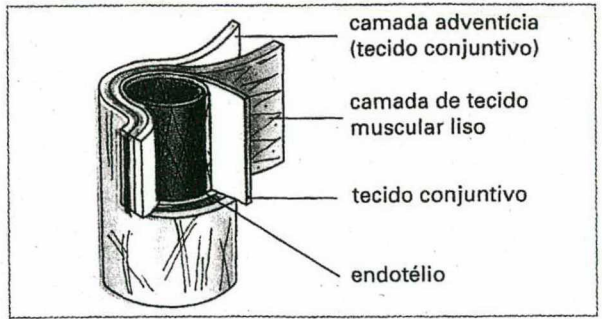
Os vasos sanguíneos compreendem as **artérias arteríolas**, os **capilares**, as **vênulas** e as **veias**. Não é correto conceituar artéria como o tipo de vaso que conduz o sangue arterial, pois no embrião existem numerosas artérias que conduzem sangue venoso e, após o nascimento (e por toda a vida), as artérias pulmonares transportam sangue venoso. Da mesma forma sucede com as veias pulmonares, que conduzem sangue arterial durante toda a vida (e há inúmeras veias que assim procedem no embrião). Devemos distinguir artérias de veias pelos seguintes dados:

As artérias são pulsantes; as veias, não.

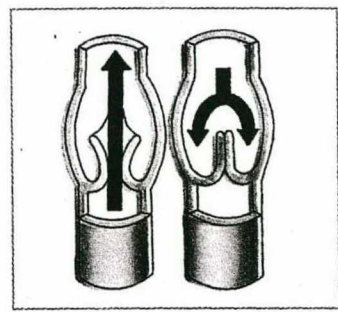
As artérias têm, na sua estrutura de parede, uma camada de tecido muscular liso bem mais espessa do que a das veias, uma vez que suportam a pressão sanguínea com muito maior intensidade. O sangue, ao atingir as veias, já passou pela rede de capilares e arrefeceu a intensidade da sua pressão.

As veias são dotadas de válvulas, que impedem o refluxo do sangue. As artérias não possuem válvulas, pois o sangue, sob o impulso direto do coração, não tem mesmo como refluir.

As artérias são **eferentes** em relação ao coração, isto é, levam sangue do coração para outras partes do corpo; as veias são **aferentes** em relação ao coração, pois trazem o sangue de outros pontos do corpo para o referido órgão. Em outras palavras, as artérias saem do coração, enquanto as veias chegam ao coração.



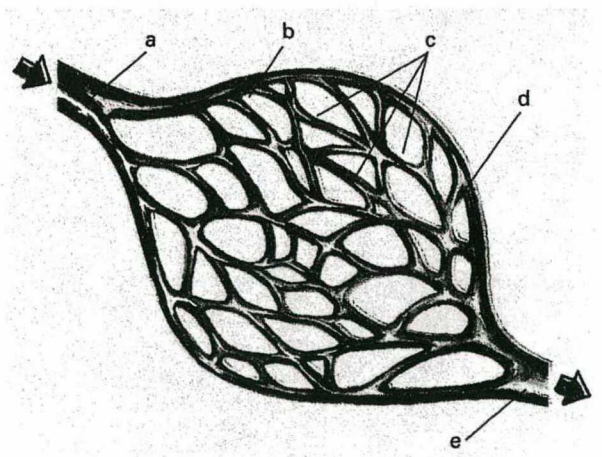
**Fig. 245.** Esquema da estrutura de uma artéria.



**Fig. 246.** O sistema valvular das veias impede o retorno do sangue.

Ao nível dos órgãos e dos tecidos, as artérias se ramificam e originam as arteríolas. Estas, por sua vez, também se ramificam e dão os capilares, que são extremamente finos, com uma parede formada apenas por uma única camada de células epiteliais achatadas como azulejos, chamada endotélio. É ao nível dos capilares que ocorrem as trocas gasosas entre o sangue e os tecidos.

Depois, os capilares se agrupam e formam as vênulas, de cuja convergência resultam as veias. E, aí, o sangue já está de retorno ao coração, mas rico em  $CO_2$ .



**Fig. 247.** A rede vascular sanguínea. a. artéria; b. arteríolas; c. capilares; d. vênulas; e. veia.

No corpo humano distinguimos dois tipos de circulação:

- Grande circulação
- Pequena circulação.

A **grande circulação** começa no ventrículo esquerdo, quando o sangue é projetado para dentro da artéria aorta e, com violência, lança-se para todas as partes do corpo. A aorta emite ramificações para todos os órgãos e para a cabeça e os membros. Após a distribuição do oxigênio, o sangue, já venoso, retorna ao coração, chegando à aurícula ou átrio direito, através das veias cavas (superior e inferior). Está terminada a grande circulação.

Na **pequena circulação**, o sangue venoso sai

do coração graças à contração do ventrículo direito e é projetado para dentro da artéria pulmonar. Essa artéria o conduz aos pulmões, pois logo se divide em dois ramos, indo cada um para um pulmão. Feita a hematose ao nível dos alvéolos, o sangue retorna ao coração pelas veias pulmonares. Elas são em número de quatro, mas se juntam as duas de um lado num tronco e as duas do outro noutro tronco, os quais vão desaguar no átrio esquerdo ou aurícula esquerda, completando a pequena circulação.

Como se vê, a grande circulação compreende: coração → todo o corpo → coração. A pequena circulação compreende: coração → pulmões → coração.

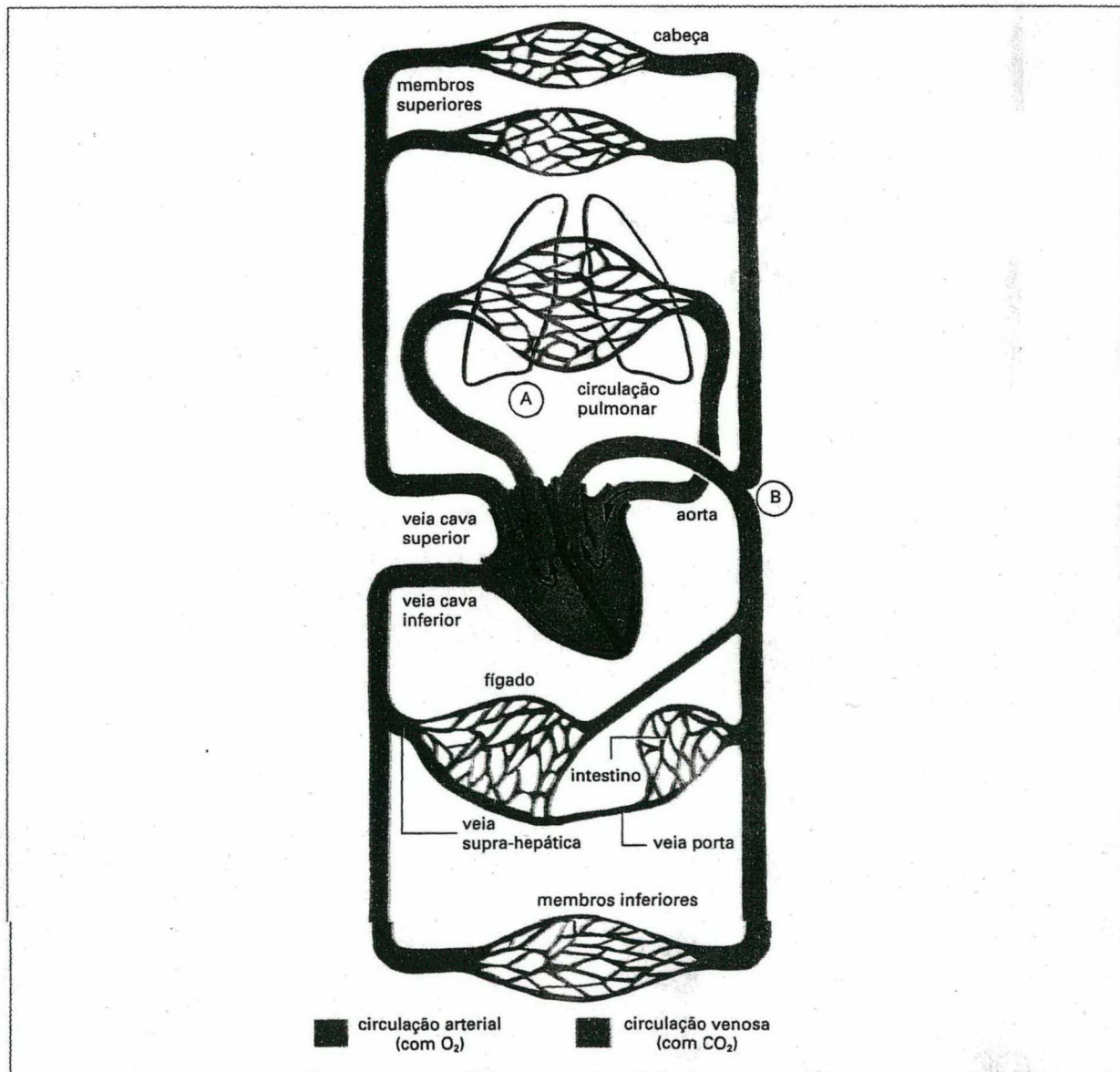


Fig. 248. (A) Pequena circulação (coração → pulmões → coração) (B) Grande circulação (coração → todo o corpo → coração)

Fig. 24  
leucócitos  
plasma s

Fig.  
Repar  
obstru  
Quanc