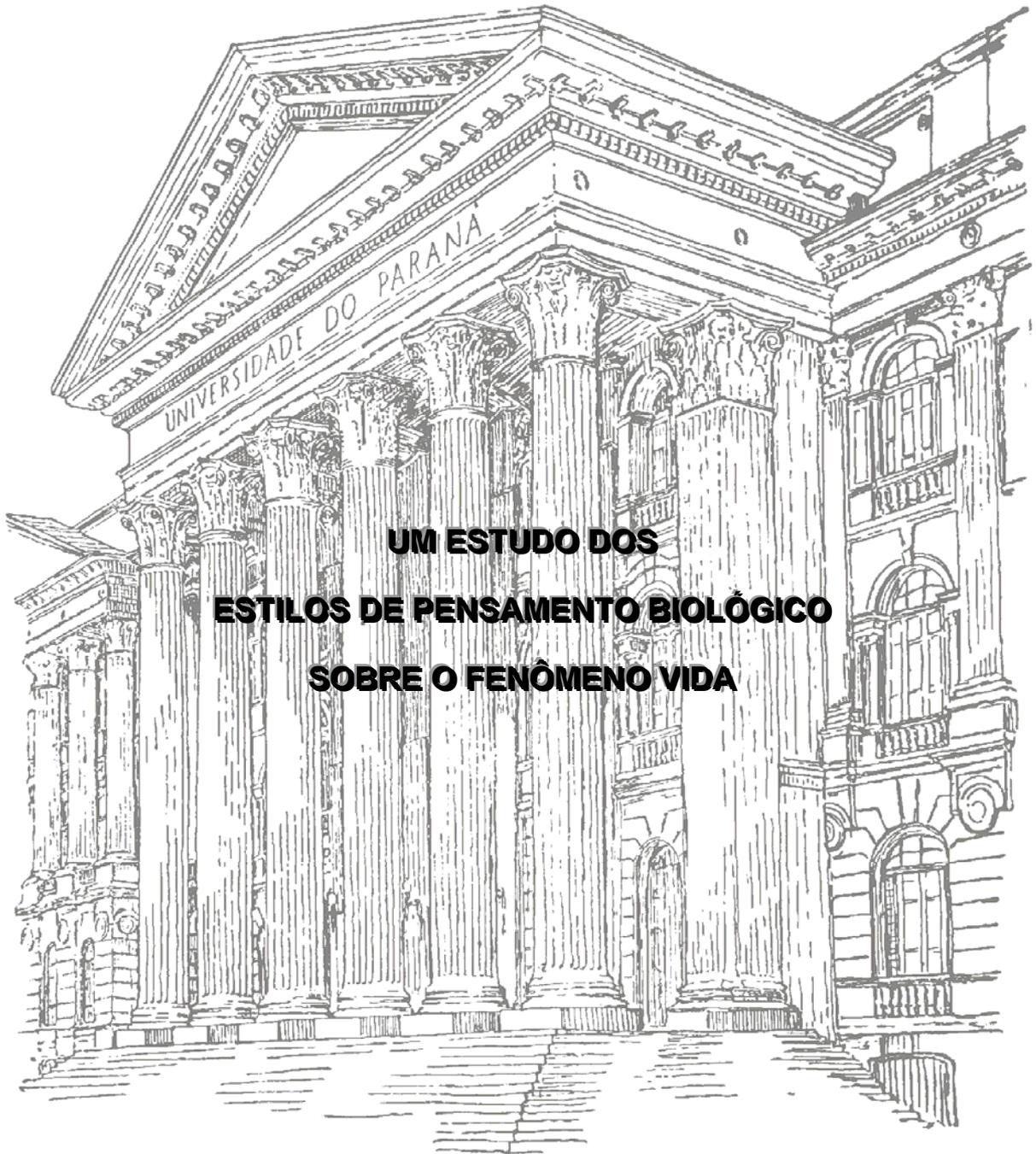


DANISLEI BERTONI



**UM ESTUDO DOS
ESTILOS DE PENSAMENTO BIOLÓGICO
SOBRE O FENÔMENO VIDA**

CURITIBA - PR

2007

DANISLEI BERTONI

UM ESTUDO DOS ESTILOS DE PENSAMENTO BIOLÓGICO SOBRE O
FENÔMENO VIDA

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Educação, linha de pesquisa Cognição, Aprendizagem e Desenvolvimento Humano, Programa de Pós Graduação em Educação, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Araci Asinelli da Luz

CURITIBA - PR

2007



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO



PARECER

Defesa de Dissertação de **DANISLEI BERTONI** para obtenção do Título de MESTRE EM EDUCAÇÃO. Os abaixo-assinados DR^a ARACI ASINELLI DA LUZ, DR^a NADIR CASTILHO DELIZOICOV e DR. CARLOS EDUARDO DE SOUZA argüiram, nesta data, o candidato acima citado, o qual apresentou a seguinte Dissertação: “**UM ESTUDO DOS ESTILOS DE PENSAMENTO BIOLÓGICO SOBRE O FENÔMENO VIDA**”.

Procedida a argüição, segundo o Protocolo aprovado pelo Colegiado, a Banca é de Parecer que o candidato está apto ao Título de MESTRE EM EDUCAÇÃO, tendo merecido as apreciações abaixo:

BANCA	ASSINATURA	APRECIÇÃO
DR ^a ARACI ASINELLI DA LUZ		APROVADO
DR ^a NADIR CASTILHO DELIZOICOV		aprovado
DR. CARLOS EDUARDO DE SOUZA		aprovado

Curitiba, 30 de agosto de 2007

Prof^a Dr^a Tânia Maria Baibich-Faria

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Educação

Catálogo na publicação
Sirlei R.Gdulla – CRB 9ª/985
Biblioteca de Ciências Humanas e Educação - UFPR

B547 Bertoni, Danislei
Um estudo dos estilos de pensamento biológico sobre o fenômeno vida / Danislei Bertoni. – Curitiba, 2007. 183 f.

Dissertação (Mestrado) – Setor de Educação, Universidade Federal do Paraná.

1. Biologia – história. 2. Fleck, Ludwick. 3. Vida (biologia) - pensamento. 4. Pensamento. 5. Biologia – estudo e ensino. 6. Evolução(biologia). I. Título.

CDD 574.01
CDU 57.01

DEDICATÓRIA

*Este trabalho é dedicado, primeiramente, **ad majorem Dei gloriam**.*

A toda minha família.

A todos que acreditaram que este trabalho seria possível.

A todos que contribuíram de uma forma ou de outra para a elaboração desta dissertação.

AGRADECIMENTO

A Deus ...

Aos meus familiares:

minha esposa, Lucimar; meus filhos, Matheus e Lucas;

meus pais, Ademir e Conceição; meu irmão Junior;

em homenagem aos meus avôs (falecidos);

todos os meus familiares.

Aos professores do Mestrado:

professor Valdo José Cavalet;

querida orientadora Araci Asinelli da Luz;

aos professores e colegas do Mestrado;

aos professores da Banca de Mestrado.

Aos meus colegas professores de trabalho:

professores do Departamento de Educação Básica, Sec. Est. De educação do PR;

professores da Equipe de Biologia, Maria Cristina, Denise e Marina Santos;

professores da Equipe de Ciências, Marcos Rocha, Roni José Tonon e Tânia Maria Cabral;

professores de biologia e ciências da rede pública do Paraná.

EPÍGRAFE

Depois de algum tempo você aprende a diferença, a sutil diferença, entre dar a mão e acorrentar uma alma. E você aprende que amar não significa apoiar-se, que companhia nem sempre significa segurança [...]. Começa a aceitar suas derrotas com a cabeça erguida e olhos adiante, com a graça de um adulto e não com a tristeza de uma criança; aprende a construir todas as suas estradas no hoje, porque o terreno do amanhã é incerto demais para os planos, e o futuro tem o costume de cair em meio ao vão.

Depois de um tempo você aprende que o sol queima se ficar exposto por muito tempo, e aprende que não importa o quanto você se importe, algumas pessoas simplesmente não se importam [...], e que você pode fazer coisas em um instante, das quais se arrependerá pelo resto da vida; aprende que [...] o que importa não é o que você tem na vida, mas quem você tem na vida [...]

Aprende que as circunstâncias e os ambientes têm influência sobre nós, mas nós somos responsáveis por nós mesmos. Começa a aprender que não se deve compará-los com os outros, mas com o melhor que pode ser. Descobre que se leva muito tempo para se tornar a pessoa que quer ser, e que o tempo é curto. Aprende que não importa onde já chegou, mas onde se está indo, mas se você não sabe para onde está indo, qualquer lugar serve.

Aprende que ou você controla seus atos ou eles o controlarão, e que ser flexível não significa ser fraco ou não ter personalidade, pois não importa quão delicada e frágil seja uma situação, sempre existem dois lados. Aprende que heróis são pessoas que fizeram o que era necessário fazer, enfrentando as conseqüências. Aprende que paciência requer muita prática.

Descobre que algumas vezes a pessoa que você espera que o chute quando você cai é uma das poucas que o ajudam a levantar-se; aprende que maturidade tem mais a ver com os tipos de experiência que se teve e o que você aprendeu com elas do que com quantos aniversários você celebrou; aprende que há mais dos seus pais em você do que você supunha; aprende que nunca se deve dizer a uma criança que sonhos são bobagens; poucas coisas são tão humilhantes [...] e seria uma tragédia se ela acreditasse nisso.

[...]

Aprende que com a mesma severidade com que julga, você será em algum momento condenado. Aprende que não importa em quantos pedaços seu coração foi partido, o mundo não pára para que você o conserte. Aprende que o tempo não é algo que possa voltar para trás, portanto, plante seu jardim e decore sua alma ao invés de esperar que alguém lhe traga flores, e você aprende que realmente pode suportar ... que realmente é forte e que pode ir muito mais longe depois de pensar que não se pode mais.

Descobre que realmente a vida tem valor e que você tem valor diante da vida!

Nossas dádivas são traidoras e nos fazem perder o bem que poderíamos conquistar, se não fosse o medo de tentar.

Menestrel, William Shakespeare (1564 – 1616)

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	x
APRESENTAÇÃO	01
1. INTRODUÇÃO	05
<i>A justificativa</i>	10
<i>O problema</i>	12
<i>As premissas</i>	12
<i>O objetivo geral</i>	13
<i>Os objetivos específicos</i>	13
<i>A metodologia</i>	14
2. A EPISTEMOLOGIA DE LUDWIK FLECK (1896 – 1961)	17
<i>A vida e o trabalho</i>	17
<i>Idéias centrais</i>	23
3. BREVE RELATO SOBRE O PENSAMENTO	36
4. O ENSINO DE BIOLOGIA	46
<i>Aspectos de currículo e ensino de biologia no Brasil e no Paraná</i>	46
<i>As Diretrizes Curriculares Estaduais de Biologia e os pensamentos biológicos</i>	53
<i>Pontos de reflexão</i>	57
5. FENÔMENO VIDA: DIFERENTES CONTEXTOS, DIFERENTES PENSAMENTOS	60
<i>Considerações sobre o pensamento biológico descritivo</i>	60
5.1. O ESTILO DE PENSAMENTO BIOLÓGICO DESCRITIVO	61
<i>A vida do filósofo esclepiano</i>	61
<i>A circulação de idéias</i>	63
<i>A instauração e a extensão</i>	67
<i>A vida do naturalista Lineu</i>	85
<i>A circulação de idéias</i>	90
<i>Caminhando para a transformação</i>	93
<i>Considerações sobre o pensamento biológico mecanicista</i>	102
5.2. O ESTILO DE PENSAMENTO BIOLÓGICO MECANICISTA	103
<i>A vida do médico britânico</i>	103

<i>O contexto histórico do estilo de Harvey</i>	105
<i>A ordem mecânica da natureza</i>	112
<i>Considerações sobre o pensamento biológico evolutivo</i>	119
5.3. O ESTILO DE PENSAMENTO BIOLÓGICO EVOLUTIVO	121
<i>A vida do naturalista britânico</i>	121
<i>A circulação de idéias</i>	124
<i>O processo evolutivo</i>	129
<i>Considerações sobre o pensamento biológico da manipulação genética</i>	142
<i>A circulação de idéias</i>	143
<i>A instauração</i>	152
<i>A história recente</i>	156
6. PALAVRAS FINAIS	167
<i>Sobre a pesquisa</i>	167
<i>Sobre as premissas</i>	175
<i>Sobre o futuro</i>	175
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	177

RESUMO

O objeto de pesquisa documental dessa dissertação concentra-se em torno dos estilos de pensamento biológicos fundamentados a partir da apresentação, nas Diretrizes Curriculares Estaduais de Biologia do Paraná, dos marcos conceituais constituídos a partir da construção histórica do pensamento biológico. O estilo de pensamento passa a ser entendido nessa dissertação por um sistema de crenças fechado, pois comporta uma visão de mundo, além de elementos próprios, uma linguagem especializada e práticas específicas. O objetivo nesta dissertação concentra-se em identificar estilos de pensamento biológico que historicamente predominaram na maneira de interpretar e compreender o fenômeno vida. Acredita-se que esses marcos conceituais correspondem a estilos de pensamento biológico e que cada estilo de pensamento manteve predominância em um determinado momento histórico. Uma abordagem inicial sobre a epistemologia de Ludwik Fleck (Médico Polonês - 1896 - 1961), apresentando seu contexto de vida e trabalho, suas publicações e as idéias centrais do seu livro *La génesis y el desarrollo de un hecho científico* traz importantes e delimitadas contribuições para esta dissertação. A apresentação de aspectos gerais envolvendo o currículo e o ensino de biologia no Brasil e no Paraná, bem como características principais da dimensão histórica e os marcos conceituais adotados pelas Diretrizes Curriculares Estaduais de Biologia do Estado do Paraná foi traçado com alguns pontos de reflexão com base em estudos sobre o fenômeno vida. Busca-se fundamentar os estilos de pensamento biológico que historicamente predominaram na maneira de interpretar e compreender esse fenômeno através de um estudo sobre os estilos de pensamento biológico, considerando os momentos de instauração, extensão e transformação definidas por Fleck (1986), considerando a circulação de idéias e publicações de cada contexto, as idéias anteriores que marcaram o início do estilo de pensamento biológico, os invariantes do momento histórico, as resistências e o período de tradição de cada estilo, e as sucessivas transformações que propiciaram a instauração do novo estilo. O estudo realizado sobre os estilos de pensamento biológico aponta para a instauração, a extensão e a transformação de quatro estilos: estilo de pensamento biológico descritivo; estilo de pensamento biológico mecanicista; estilo de pensamento biológico evolutivo; e estilo de pensamento biológico da manipulação genética. Este último ainda num tempo histórico de passagem do momento de instauração para o momento de extensão. Os estudos apontam também para uma não-linearidade de transformação de um estilo de pensamento para outro.

Palavras-chave: estilo de pensamento, fenômeno vida, história da biologia, estilo de pensamento biológico, construção do pensamento biológico.

ABSTRACT

The object of the documental research of this dissertation is focused on the biological thinking styles, based on the conceptual landmarks, built from the historical construction of the biological thinking, presented in the State of Paraná Curricular Policies of Biology. The thinking style is understood as a system of closed beliefs in this dissertation for it holds a world vision beyond the proper elements, a specialized language and specific practices. This work aims to identify those styles, which historically prevailed in the interpretation and understanding of life phenomenon. It is believed that those conceptual landmarks correspond to biological thinking styles, and that each thinking style has predominated in a determined moment in history. Starting with an epistemological approach by Ludwik Fleck's context of life and work (Polish Medical Doctor - 1896-1961), publications and central ideas in his book *La Genesis Y El Desarrollo de Un Hecho Científico* has offered important and remarkable basis for this dissertation. In that attempt, a presentation of general aspects involving the curriculum and the teaching of Biology in Brazil and in the State of Paraná has been traced. The main characteristics of the historical dimension and the conceptual landmarks adopted by the State Curriculum Policies of Biology, based on reflections, will be drawn supported by studies on the phenomenon life. A study on the biological thinking styles will be approaching the instauration moments, extension and defined transformations stated by Fleck (1986), considering the ideas spreading and publications of each context; former ideas which marked the beginning of the biological thinking style; the invariables of the historical moment; the resistances and the tradition period of each style and the successive transformations, which brought out the instauration of the new style. Such study points to the four styles being the biological descriptive thinking style; biological mechanistic thinking style; biological evolutive thinking style; and the biological thinking style of genetics manipulation, which is still mastering in a historical passing time from the moment of instauration to the moment of extension. These studies also point to a non-linearity of transformation from one thinking style to another.

Keywords: thinking style, life phenomenon, history of biology, biological thinking style, biological thinking construction.

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação resulta do diálogo teórico estabelecido com as Diretrizes Curriculares Estaduais de Biologia do Estado do Paraná. Este documento foi construído com a participação dos professores da rede pública estadual (PARANÁ, 2006).

Dentre os diversos assuntos tratados no documento, limita-se para este trabalho a ênfase dada ao objeto de estudo da biologia, o fenômeno vida, e a necessidade de sua retomada.

Diante desse contexto, o estudo exploratório e documental realizado possibilita o aprofundamento teórico dos marcos conceituais evidenciados na construção histórica do pensamento biológico e a aproximação destes marcos ao referencial epistemológico de Ludwik Fleck, com base em alguns dos elementos apresentados por ele no livro *La génesis y el desarrollo de un hecho científico* (1986)¹.

Os elementos apresentados por Ludwik Fleck na obra acima, mostram-se interessantes e adequados à fundamentação dos estilos de pensamento biológico que historicamente predominaram na forma de pensar o fenômeno vida ao longo da construção coletiva da história da biologia, da circulação das idéias e dos conhecimentos transformados e disseminados no ensino de biologia na forma de conhecimentos científicos escolares.

Este referencial teórico se constitui em momentos conforme se apresentam abaixo:

¹¹ A gênese e o desenvolvimento de um fato científico [tradução nossa]. Este livro não tem publicação traduzida para a Língua Portuguesa.

1. **INTRODUÇÃO** – neste item, discute-se as idéias que levaram a necessidade da realização dessa pesquisa, bem como as questões iniciais que permeiam a construção histórica do pensamento biológico, a partir dos marcos conceituais apresentados nas Diretrizes Curriculares Estaduais de Biologia e que, nesta dissertação, passam a ser objeto de aprofundamento teórico no sentido de dialogar com a epistemologia de Ludwik Fleck, com a finalidade de aproximar estes marcos aos estilos de pensamento e a outros elementos que este autor apresenta em seu livro *La génesis y el desarrollo de un hecho científico* (1986).

2. **A EPISTEMOLOGIA DE LUDWIK FLECK (1896 – 1961)** – neste momento, apresenta-se a epistemologia de Ludwik Fleck, a sua vida e o seu trabalho enquanto médico e conhecedor dos fatos científicos que permearam suas pesquisas e resultaram nas suas idéias epistemológicas. Suas idéias principais foram destacadas e utilizadas como elemento de diálogo na construção do referencial teórico sobre os estilos de pensamento biológico que historicamente marcaram o entendimento e a compreensão sobre o fenômeno vida.

3. **BREVE RELATO SOBRE O PENSAMENTO** – rápidas palavras foram necessárias nesse momento, para caracterizar o pensamento como sendo uma atividade cognitiva humana e que as idéias são construídas pela ação cognitiva, porém mediatizadas pela linguagem e externalizadas à um grupo na forma de pensamento coletivo.

4. **O ENSINO DE BIOLOGIA** - neste tópico encontram-se aspectos gerais sobre o ensino de biologia no Brasil e os modelos interpretativos sobre o fenômeno vida contidos nas Diretrizes Curriculares Estaduais de Biologia do Estado do Paraná. Na continuidade, alguns pontos de discussão, ainda que preliminares, porém necessários, sobre o ensino de biologia e o processo contínuo de formação de professores de biologia.

5. FENÔMENO VIDA: DIFERENTES CONTEXTOS, DIFERENTES PENSAMENTOS – neste momento da dissertação, encontra-se a fundamentação sobre os estilos de pensamento biológico que historicamente predominaram na forma de interpretar e compreender o fenômeno vida e sua complexidade de relações. Cada um dos estilos de pensamento biológico compreende um corpo de conhecimentos, uma linguagem própria acompanhada de práticas específicas, unindo sujeitos que compõem o mesmo coletivo de pensamento por pensarem de forma semelhante. Os diferentes estilos correspondem a diferentes visões de mundo, compartilhadas por coletivos de pensamento com o compromisso da disseminação das idéias sobre o fenômeno vida, caracterizando os momentos de instauração, extensão e transformação de tais estilos. Estabelece-se um diálogo com o processo de construção das Diretrizes Curriculares Estaduais de Biologia do Estado do Paraná, sustentando e fundamentando teoricamente tal documento. Neste item, portanto, encontram-se fundamentados os seguintes estilos de pensamento biológico: descritivo, mecanicista, evolutivo e o estilo de pensamento biológico da manipulação genética.

6. PALAVRAS FINAIS – neste momento da dissertação, apresentam-se as considerações e argumentações sobre a fundamentação organizada aos estilos de pensamento biológico sobre o fenômeno vida. Também, esta dissertação encerra uma etapa que alicerça uma maneira de repensar o fenômeno vida a partir da construção de uma matriz do pensamento biológico, segundo a epistemologia de Ludwik Fleck. Propiciou-se o resgate do objeto de estudo da biologia, o fenômeno vida, visando a melhoria do trabalho pedagógico do professor de biologia e, conseqüentemente, da melhoria da qualidade do ensino público.

Espera-se que toda a pesquisa documental contida nessa dissertação possa contribuir com o contínuo processo de formação dos professores de biologia no que diz respeito ao entendimento sobre a história da ciência e o processo de construção coletiva do pensamento biológico sobre o fenômeno vida. Que possibilite a realização de outra pesquisa, seqüencial a esta dissertação,

onde se possam investigar quais as representações de ciência e do fenômeno vida, evidenciadas na prática dos professores de biologia da rede pública do Estado do Paraná².

Nestes termos, a realização da continuidade dessa pesquisa é uma tarefa necessária e desejada, pois pode evidenciar, seja no discurso ou na prática, os estilos de pensamento que os professores têm sobre o fenômeno vida e como ensinam sobre os conhecimentos científicos construídos historicamente, a partir do entendimento da gênese e do desenvolvimento desses conhecimentos.

² Três possíveis categorias de sujeitos à serem investigados, a saber, 1. Professores de biologia com formação continuada em serviço; 2. Professores de biologia em processo de formação continuada pela Rede Integrada de Escolas Públicas (RIEP) em parceria com a Universidade Federal do Paraná (UFPR); e 3. Professores de biologia em processo de formação continuada pelo Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE) do Governo do Estado do Paraná.

1. INTRODUÇÃO

Para início desta dissertação, considerando a defesa teórica neste trabalho, por conta também da proposição do título *Um estudo dos estilos de pensamento biológico sobre o fenômeno vida*, buscou-se a referência apresentada por Emmeche e El-Hani (2000) ao livro *As palavras e as coisas*, de Michel Foucault (1926 – 1984), no qual o filósofo francês apresenta estudos sobre a passagem do entendimento cultural da história natural para a biologia ocorrida entre os séculos XVIII e XX. Algumas palavras sobre o fenômeno vida:

Com efeito, até o fim do século XVIII, a vida não existe. Apenas existem seres vivos. Estes formam uma, ou antes, várias classes na série de todas as coisas do mundo: e se pode falar da vida, é somente como de um caráter [...] na universal distribuição dos seres. Tem-se o hábito de repartir as coisas da natureza em três classes: os minerais, aos quais se reconhece o crescimento, mas sem movimento e sensibilidade; os vegetais, que podem crescer e que são suscetíveis de sensação; e os animais, que se deslocam espontaneamente [...]. A vida não constitui um limiar manifesto a partir do qual formas inteiramente novas do saber são requeridas. Ela é uma categoria de classificação, relativa, como todas as outras, aos critérios que se fixarem. E, como todas as outras, submetida a certas imprecisões desde que se trate de fixar-lhe as fronteiras [...]. Mas o corte entre o vivo e o não-vivo jamais é um problema decisivo [...]. O naturalista é o homem do visível estruturado e da denominação característica. Não da vida (FOUCAULT apud EMECHE e EL-HANI, 2000, p. 34).

Conforme Emmeche e El-Hani (2000), as discussões sobre o fenômeno vida somente aparecem no século XVIII, sendo que, anteriormente a este período histórico, o que se tinha era uma preocupação com a história naturalista e com os problemas de classificação dos seres vivos. Nesses termos, entende-se o significado e a origem da palavra biologia como estudo da vida e não como estudo dos seres vivos.

Tal proposição ocorrida no século XIX aparece nos estudos independentes de alguns naturalistas, onde consideram que a biologia explica a

vida como um fenômeno natural. Ressalta-se que a biologia não detém o monopólio sobre a vida, sendo esta ciência uma das manifestações que esse fenômeno pode ser conceituado (EMMECHE e EL-HANI, 2000).

Pensar sobre o fenômeno vida enquanto objeto de estudo da biologia implica pensar sobre o ensino desse conhecimento enquanto disciplina de biologia (conhecimento científico escolar) nos diferentes níveis e especialidades educacionais, com o propósito de compreender tal fenômeno. A biologia, disciplina escolar, tem como ciência de referência a biologia no campo pesquisa científica.

Nesse sentido, é difícil pensar que todo o conhecimento biológico produzido no âmbito da pesquisa possa ser mediado e ensinado nas disciplinas escolares na forma de conhecimentos científicos escolares. Isso remete ao entendimento de que é necessário selecionar conhecimentos específicos para o currículo dessa disciplina, estabelecendo critérios para essa seleção e definindo formas de se ensinar tais conhecimentos.

Tanto a questão que envolve o fenômeno vida como objeto de estudo da biologia como à questão curricular da biologia, se constituem como pontos necessários que justificam, mesmo que primariamente, o interesse pelo que já foi apresentado no título dessa dissertação, bem como a responsabilidade pela seleção de conteúdos específicos. Esta atividade se faz necessária no trabalho pedagógico do professor que assume tal disciplina, principalmente no ensino de nível médio.

Como elemento de reflexão, um estudo sobre o currículo da disciplina de biologia mostra que, tanto a bibliografia especializada quanto o professor de sala de aula apontam como problemas do ensino de biologia, propostas curriculares muito extensas e conteúdos desvinculados da realidade social dos estudantes. Atribui-se grande parte desse problema ao livro didático, por ter sido ele o principal norteador do currículo escolar.

Com relação à bibliografia especializada, ao tratar sobre o ensino das disciplinas científicas no Brasil, pesquisas mostram que a realidade do ensino sempre sofreu alterações por conta das influências curriculares no cenário

político, por interferências e mudanças culturais, sociais, situações econômicas e ideológicas (KRASILCHIK, 2000; LOPES e MACEDO, 2002).

O professor, na prática diária de sala de aula, apresenta uma situação específica, que tem sido ponto importante no contexto de discussão em torno da renovação em termos de política educacional. Toma-se como referencial o ensino público no Estado do Paraná com base na opção curricular adotada nesses últimos quatro anos.

Para uma discussão mais ampla sobre o histórico do ensino de biologia no Brasil, guarda-se um item a parte nesta dissertação. Porém, cabe nesse momento, menção ao fato de que o Estado do Paraná tem optado por uma reformulação curricular na passagem de gestão de governo do ano de 2002 para o ano de 2003.

Com os novos rumos políticos assumidos pelo Brasil a partir de 2003, os diferentes interesses sociais e políticos permitiram que Secretaria de Estado da Educação do Paraná optasse, para o momento histórico atual, por um currículo disciplinar, isto é, centrado nas disciplinas de referência (LOPES e MACEDO, 2002). Iniciou-se em meio a este contexto, a construção coletiva das Diretrizes Curriculares Estaduais de cada uma das disciplinas que compõem a tradição curricular da Educação Básica, envolvendo nesse processo de produção colaborativa os professores da rede estadual.

Dessa forma, e no caso específico da biologia, ter como referência o produto histórico das pesquisas da área biológica implica em ter como referência a própria ciência, entendida como uma construção histórica, coletiva em meio a uma complexidade de relações das quais sofre influência e sobre as quais influencia.

Diante desse contexto, firma-se a necessidade de entender e compreender a construção do pensamento biológico intrínseca à construção da história da própria ciência e, para tal, “devemos considerá-la em primeiro lugar e acima de tudo como uma sucessão de movimentos dentro do movimento histórico mais amplo da própria civilização” (KNELLER, 1980, p. 13).

Dentre os principais assuntos que permearam as discussões sobre as Diretrizes Curriculares Estaduais de Biologia, desde o ano de 2003, limita-se a

citar neste texto a ênfase dada a descaracterização do objeto de estudo da disciplina biologia e a necessidade de sua retomada.

No processo de construção dessa diretriz, abordar a trajetória histórica da ciência permitiu, além de firmar e vulgarizar³ o fenômeno vida como objeto de estudo da biologia, propiciar a reestruturação curricular para o ensino de biologia com base estrutural fundamentada em quatro modelos interpretativos do fenômeno vida (PARANÁ, 2006). Desde a antiguidade até a contemporaneidade, este fenômeno tem sido entendido de maneiras diferentes, por diferentes estilos de pensamento (FLECK, 1986), sendo conceituado tanto pela filosofia natural quanto pelas ciências naturais, tornando-o referencial na construção do pensamento biológico.

As Diretrizes Curriculares Estaduais de Biologia apresentam os seguintes modelos interpretativos referentes ao fenômeno vida: o pensamento biológico descritivo; o pensamento biológico mecanicista; o pensamento biológico evolutivo; e o pensamento biológico da manipulação genética (PARANÁ, 2006). A opção por estes pensamentos biológicos se justifica por terem sido entendidos como predominantes no desenvolvimento do pensamento biológico (MAYR, 1998).

Esta dissertação tem como objetivo referenciar teoricamente o desenvolvimento do pensamento biológico sob a perspectiva dos estilos de pensamento biológico sobre o fenômeno vida, fundamentados na epistemologia de Ludwik Fleck. Ao longo da história da humanidade, muitas foram as explicações construídas com relação a este fenômeno.

De acordo com Fleck (1986), a definição para estilo de pensamento envolve

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 meio de conhecimento. O estilo de pensamento também pode ir acompanhado pelo estilo técnico e literário do sistema de saber (FLECK, 1986, p. 145, tradução nossa).

³ *Vulgarizar* utilizado no sentido de divulgar, propagar, tornar conhecido tal forma de pensar e não no sentido de banalizar tal forma de pensar.

Delizoicov (2002), ao analisar o conhecimento sobre o movimento do sangue no corpo humano a partir de uma perspectiva epistemológica referenciada em categorias da epistemologia de Ludwik Fleck, dentre elas a categoria estilo de pensamento, afirma que

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 [...] (DELIZOICOV, 2002, p. 145).

Destaca-se como objeto de estudo para esta dissertação, a identificação a partir de uma pesquisa exploratória e documental, a forma com a qual os quatro pensamentos biológicos, apontados nas Diretrizes Curriculares Estaduais de Biologia, foram percebidos, estruturados, entendidos e sistematizados historicamente. Nestes termos, pelo estudo a partir da história da ciência em vários referenciais, saber como estes pensamentos se constituíram, se instalaram, permaneceram por certo período e se transformaram. À luz da epistemologia de Fleck (1986), compreender como estes estilos de pensamento se instauraram, se estenderam e se transformaram histórica e coletivamente.

Pretende-se a partir desta matriz de estilos de pensamento biológico, em pesquisa seqüencial a esse mestrado, investigar quais as representações sobre a ciência e sobre o fenômeno vida, evidenciadas na prática dos professores de biologia da rede pública do Estado do Paraná em processo de formação continuada, permitindo refletir sobre como os professores pensam, configurando-se em uma matriz epistemológica.

A justificativa ...

Com o objetivo de estabelecer Diretrizes Curriculares voltadas à melhoria do ensino de biologia na rede pública do Estado do Paraná, promover uma nova relação professor – aluno – conhecimento, resgatar o objeto de estudo da disciplina de biologia fundamentando-o numa concepção de ciência referente ao contexto atual, fez-se necessário compreender a epistemologia da ciência presente na história e na filosofia da ciência (PARANÁ, 2006).

O pensamento científico e os modelos interpretativos do fenômeno vida, construídos pelo ser humano em cada momento histórico, propiciaram a identificação de marcos conceituais, definidos pelos pensamentos biológicos e pelos modelos metodológicos. Tais estilos de pensamento expressam modelos explicativos, atividades, conhecimentos, práticas específicas, concepções, pontos de vista, diferentes olhares sobre o fenômeno vida estabelecidos espaço-temporalmente, visões de mundo que interferiram na forma de pensar e entender esse fenômeno.

Com o ensino de biologia voltado para este contexto, é preciso que o professor esteja preparado para ensinar nesta nova proposta, onde a exigência de se saber, compreender e reestruturar os conteúdos específicos da disciplina hoje implica na busca pela origem e desenvolvimento desses conhecimentos utilizando-se como critério de fundamentação intrínseco à construção do pensamento biológico, a história da ciência.

De acordo com Carvalho e Gil-Pérez (2001, p. 20), a “carência do conhecimento da matéria a ser ensinada [...] transforma o professor em um transmissor mecânico dos conteúdos”, com base em materiais didáticos já elaborados, de linguagem adequada ao ensino médio e dos quais se apropriam como elemento principal de referência de pesquisa e planejamento de aulas.

Segundo esses autores, é primordial “associar os conhecimentos científicos com os problemas que originaram sua construção” (CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2001, p. 23), ou seja, conhecer e selecionar os conteúdos de biologia hoje implica, dentre outros elementos importantes no contexto do trabalho

pedagógico, em conhecer o contexto histórico e social em que estes foram construídos, descaracterizando a arbitrariedade da ciência.

Pretto (1995) aponta para a predominância de um modelo de história da ciência apropriada pelos professores no trabalho com livros didáticos desde a década de 1960, com a publicação do BSCS - *Biological Sciences Curriculum Study*. Segundo este autor, o livro foi criticado por apresentar-se de forma a enfatizar o método científico e assim, a possibilidade de formar um aluno com uma visão mais realista e inteligível da ciência.

A apresentação da ciência é absolutamente a-histórica. Sem referência a seu processo de criação e muito menos ao contexto em que foi criada. E, o que é pior, na tentativa de suprir esta lacuna passa uma visão da História da Ciência como se fosse, como já dizíamos, um armazém, um depósito onde se guardam as vidas dos cientistas, seus feitos e suas obras (PRETTO, 1995, p. 77).

Para o professor de biologia, conhecer a história e a filosofia da biologia implica em compreender: o processo de construção coletiva desse conhecimento científico, os problemas que possibilitaram essa construção e os obstáculos epistemológicos a serem superados pelos cientistas (BACHELARD, 2002); as características presentes nessa atividade; os critérios de validação e legitimação desse conhecimento; conjecturas e refutações (POPPER, 1972), aceitações e contestações (LAKATOS, 1998), de mudanças de paradigmas (KUHN, 2005), as influências míticas e religiosas (FEYERABEND, 2007) e, para o contexto dessa dissertação, a gênese e o desenvolvimento de fatos científicos (FLECK, 1986).

Significa também, que o professor de biologia, inserido nesta perspectiva de conhecer a história e a filosofia da ciência, pode proporcionar uma visão atual da ciência tornando-a mais acessível aos seus alunos (WEISSMANN, 1998; PIAGET, 2003; KRASILCHIK, 2004), concomitante a uma aprendizagem mais significativa (MOREIRA, 1999).

Não significa que a ciência não esteja sendo acessível no ensino atual, mas que ela seja suscetível de interesse pelo aluno e seja vista como atividade humana (KNELLER, 1980; ANDERY et al., 1998), que seja compreendida sua natureza e os entendimentos históricos e implicações sobre a sociedade, bem

como as interferências da sociedade sobre a ciência. Com relação aos conhecimentos específicos da biologia, tem-se o mesmo entendimento.

O problema ...

Nessa dissertação, preocupa-se em saber a partir de uma pesquisa exploratória e documental, de que forma os estilos de pensamento biológico, apresentados como quatro pensamentos biológicos nas Diretrizes Curriculares Estaduais de Biologia, se instauraram, se estenderam e se transformaram histórica e coletivamente.

O problema pode ser delimitado nos termos da seguinte questão:

- Quais os estilos de pensamento biológico que historicamente predominaram no modo de interpretar e compreender o fenômeno vida, objeto de estudo da biologia?

As premissas ...

Os estilos de pensamento biológico compreendem os marcos conceituais apresentados pelas Diretrizes Curriculares Estaduais de Biologia do Estado do Paraná e, também, os estilos que historicamente predominaram na maneira de pensar sobre o fenômeno vida.

Os diferentes estilos de pensamento biológico apontam necessidades de formação específica em biologia, com base em um currículo que possibilite aos professores a apropriação da história e filosofia da ciência, com maior especificidade na construção do pensamento biológico, na construção de conceitos e representações sobre o fenômeno vida.

Tais estilos de pensamento se configuram na necessidade de sempre estar refletindo sobre a inserção e análise sobre fatos científicos na sua prática metodológica.

Esses estilos de pensamento biológico que os professores apresentam e a compreensão destes para a prática metodológica no ensino de conceitos biológicos, podem contribuir para a reformulação do programa de formação continuada da Secretaria de Estado da Educação do Paraná e dos cursos de formação das Universidades.

O objetivo geral ...

Identificar e fundamentar estilos de pensamento biológico que historicamente predominaram na maneira de interpretar e compreender o fenômeno vida e contribuir com a construção de uma matriz de estilos de pensamento biológico que possa identificar as representações que os professores tem sobre o fenômeno vida na sua prática de sala de aula.

Os objetivos específicos ...

Identificar formas de pensar historicamente o fenômeno vida;

Caracterizar estilos de pensamento, as visões de mundo e os elementos que compõem o corpo de conhecimento de cada um dos estilos de pensamento biológico, com base nas idéias centrais da epistemologia de Ludwik Fleck, contidas no livro *La génesis y el desarrollo de un hecho científico* (1986);

Caracterizar diferentes momentos históricos, tomando como referencial os estilos de pensamento biológico que predominaram na história do pensamento biológico;

Argumentar sobre os momentos de instauração, extensão e transformação dos estilos de pensamento biológico, bem como a circulação das idéias que contribuíram para a predominância do estilo relativo ao fenômeno vida.

Argumentar sobre o contexto histórico e social dos estilos de pensamento biológico.

A metodologia ...

A metodologia pretendida para este trabalho compreende ser realizada da seguinte forma:

1º. Abordagem inicial sobre a epistemologia de Ludwik Fleck (1896 – 1961), apresentando o contexto de vida e de trabalho desse médico polonês, suas publicações e as idéias centrais do seu livro *La génesis y el desarrollo de un hecho científico* (1986), importantes e delimitadas para esta dissertação.

2º. Caracterização do pensamento como atividade cognitiva humana a partir de um breve relato sobre o pensamento científico.

3º. Apresentação de aspectos gerais envolvendo o currículo e o ensino de biologia no Brasil e no Paraná, bem como características principais da dimensão histórica e dos marcos conceituais adotados pelas Diretrizes Curriculares Estaduais de Biologia do Estado do Paraná, com alguns pontos de reflexão.

4º. Estudo sobre o fenômeno vida, buscando fundamentar os estilos de pensamento biológico que historicamente predominaram na maneira de interpretar e compreender esse fenômeno.

5º. Estudo sobre os estilos de pensamento biológico, considerando os momentos de instauração, extensão e transformação definidos por Fleck (1986), bem como a circulação de idéias e publicações de cada contexto, as idéias anteriores que marcaram o início do estilo de pensamento biológico, as invariantes do momento histórico, as resistências ao período de tradição de cada estilo, com as respectivas e sucessivas transformações que propiciaram a instauração do novo estilo.

Especificamente nesta dissertação procura-se tratar sobre os estilos de pensamento biológico com base teórica fundamentada em um estudo exploratório e documental, com abordagem qualitativa a partir da análise das Diretrizes Curriculares Estaduais de Biologia do Estado do Paraná, utilizando-se de referenciais que possam oferecer suporte teórico para análise e fundamentação dos quatro modelos interpretativos do fenômeno vida (PARANÁ, 2006).

Considerando que cada modelo interpretativo do fenômeno vida está referenciado no documento como marco conceitual da construção histórica do pensamento biológico, pretende-se ao mesmo tempo analisar e validar tal referencial, propondo uma fundamentação teórica com autores que discutam esses diferentes momentos históricos, em que cada um desses modelos se configura como um estilo de pensamento biológico.

De acordo com o documento, os modelos interpretativos estão assim apresentados (PARANÁ, 2006):

- Pensamento biológico descritivo;
- Pensamento biológico mecanicista;
- Pensamento biológico evolutivo; e
- Pensamento biológico da manipulação genética.

O estudo exploratório permite caracterizar um assunto ainda pouco presente na formação do professor de biologia, portanto sem muito aprofundamento teórico da questão diante da sua complexidade e aproveitamento que possa ter em sala de aula, como o uso de analogias, por exemplo. Destaque para os trabalhos defendidos por LEITE (2001), DELIZOICOV (2002) e COUTINHO (2005).

Nesse sentido, explorar a história da biologia possibilitará um diálogo com autores que fundamentam a ciência desde a Antiguidade grega até a contemporaneidade. Autores como Andery et al. (1998), Futuyma (2002), Mayr (1998), Rossi (2001), Delizoicov (2002), Reale e Antiseri (2004), Hobsbawm (2006), entre outros, contribuem para discussões dessa natureza.

Segundo Gil (1991), a pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar maior familiaridade ao problema, com vistas a torná-lo mais explícito; e mais, acaba por definir tendências e estilos de pensamento, a partir do momento que se passa a conhecer o pouco investigado e o desconhecido.

Considera-se também o caráter exploratório da pesquisa pela contribuição à correlação pretendida sob o ponto de vista da complexidade, uma vez que, relativamente, há pouco material publicado envolvendo estudos sobre estilos de pensamento na área da biologia e por considerar esta pesquisa como uma das formas mais efetivas para reflexão e aprendizagem realmente significativa, de aprofundamento teórico-científico, articulada à cultura científica, socialmente valorizada.

Neste trabalho, a ampliação da revisão de literatura permite obter vantagens, primeiramente, por considerar que os referenciais teóricos constituem fonte rica e estável de conhecimento produzido (GIL, 1991). Outra vantagem é a possibilidade de diálogo com autores, sujeitos, que permitem aproximação e entendimento sobre a construção do pensamento biológico.

A mais importante vantagem da pesquisa documental consiste em permitir ao mestrando a cobertura ampla de uma gama de elementos, afinal, conhecer os fatos do passado torna-se difícil tendo que assegurar incoerências e contradições ao utilizar fontes diversas.

Considerando que quase todas as histórias da ciência, especificamente sobre a biologia, representam uma combinação de várias abordagens e estratégias, a fundamentação a ser dada aos estilos de pensamento biológico, nessa dissertação, pretende-se que seja na forma de discutir o contexto narrativo histórico, procurando articular a esfera das estruturas com a dos acontecimentos.

2. A EPISTEMOLOGIA DE LUDWIK FLECK (1896 - 1961)

Este tópico apresenta as idéias centrais da concepção epistemológica de Ludwik Fleck, iniciando por uma abordagem rápida sobre sua vida, formação e trabalho, bem como sua contribuição para a ciência. As idéias deste epistemólogo da ciência contribuem para analisar e fundamentar, posteriormente nesta dissertação, os estilos de pensamento biológico sobre o fenômeno vida.

A vida e o trabalho ...

Ludwik Fleck, médico clínico geral, microbiologista e cientista polonês, desenvolveu conceitos importantes e que foram apropriados pela história, filosofia e sociologia da ciência, contribuindo para a compreensão de como os fatos científicos se modificaram ao longo do tempo.

Fleck nasceu em 1896, na cidade de Lwów, região pertencente na época à Polônia e desde 1939 à Ucrânia. Concluiu o curso de medicina na Universidade Jan Kazimierz de Lwów. Tornou-se assistente do biólogo Rudolf Stefan Weigl⁴ (1883 – 1957), especialista em tifo. Posteriormente, Fleck foi nomeado para a cátedra de Biologia na Universidade de Lwów.

Trabalhou no Departamento de Medicina do Hospital Geral de Lwów e tornou-se diretor do Laboratório Bacteriológico local. A partir de 1935, continuou seus trabalhos no laboratório bacteriológico privado fundado por ele anteriormente.

⁴ Biólogo microbiologista que contribuiu com estudos sobre o agente do tifo e com a primeira vacina para este tipo de doença, durante os períodos de 1ª e 2ª Guerras Mundiais.

Após a ocupação de Lwów pela Alemanha nazista em 1941, Fleck se refugiou com mulher e filho em um bairro isolado da cidade, onde se localizava o gueto judeu. Continuou suas pesquisas, desenvolvendo um novo processo para obter vacina a partir da urina dos doentes portadores de tifo.

Os alemães, interessados em seu trabalho, o deportaram com familiares, em 1942, para Laokoon-Pharmazeutische Fabrik com a finalidade de produzir soro anti-tifo. No início de 1943, foram enviados para o campo de concentração de Auschwitz.

Neste campo de concentração, tinha como trabalho, diagnosticar sífilis, tifo e outras doenças, com a utilização de testes sorológicos. Em dezembro de 1943, Fleck esteve preso no campo de concentração de Buchenwald até a libertação da Polônia, em abril de 1945.

Em 1956, depois de um ataque cardíaco e de descobrir a presença de um linfoma, Fleck emigrou para Israel, onde foi nomeado professor visitante da Faculdade de Medicina na Universidade Hebraica de Jerusalém e diretor do Instituto Israelita para a Pesquisa Biológica. Morreu em 1961, com um segundo ataque cardíaco, aos 64 anos de idade.

Além de seus trabalhos com a medicina e a microbiologia, Fleck concentrou reflexões e esforços na produção do seu livro *La génesis y el desarrollo de un hecho científico*, publicado em 1935, um ano após o filósofo da ciência, austríaco, Karl Raimund Popper (1902 - 1994) ter publicado o seu livro *Logik der Forschung*⁵.

Naquela época, em plena tomada nazista, os escritos de Fleck sobre a epistemologia da ciência com aprofundamentos críticos ao empirismo/positivismo lógico não obtiveram muita credibilidade (BOMBASSARO, 1995).

Estudos apontam que o fato marcado pela Segunda Guerra Mundial possivelmente não tenha sido o único meio de contenção da divulgação de suas idéias, uma vez que o seu contemporâneo Popper teve mais êxito no lançamento do seu livro. Acredita-se que tal acontecimento tenha ocorrido por Popper ter compartilhado, na época, das idéias epistemológicas do Círculo de Viena.

⁵ A lógica da descoberta científica

Ambos lançaram críticas a essas idéias epistemológicas, mas como afirma Bombassaro (1995), a razão principal estava no ponto de partida.

Enquanto Popper, cujo trabalho também criticava a epistemologia sustentada pelo empirismo lógico, acentuava o caráter dinâmico da investigação, mas ficando preso aos princípios lógico-formais que deveriam governá-la, Fleck afirmava categoricamente que toda a investigação científica não deveria ser entendida como um construto formal (BOMBASSARO, 1995, p. 12).

O que mais inspirou Fleck à contestar as idéias dos pensadores dos Círculos de Berlim⁶ e de Viena é que estes defendiam que conhecimento é conhecimento assim como fato é fato, sem o ponto de vista histórico e social da ciência, remetendo o conhecimento científico para fora do contexto espaço-tempo, configurando-o como a-histórico, sem gênese e desenvolvimento, como sendo verdade própria da natureza, com uma idéia estritamente naturalista.

Fleck admitiu que o conhecimento fosse construção social por excelência e determinado por um estilo de pensamento, ou seja, por um conjunto de elementos que constituem um corpo de conhecimento, linguagem específica, conceitos, práticas, entre outros. A dependência de qualquer fato científico ao estilo de pensamento é evidente (FLECK, 1986, p. 111). No entendimento de Fleck, torna-se impossível separar a construção e o desenvolvimento dos fatos científicos da construção sócio-histórica cultural e dos interesses da sociedade de cada época.

Qualquer teoria do conhecimento que não tenha em conta, como princípio geral e concreto, esta condicionalidade sociológica de todo conhecimento é uma trivialidade. Porém a que considere a condicionalidade social como um mal necessário, a que a tome como uma insuficiência humana desgraçadamente existente e a que é um dever combater, desconhece que, sem a condicionalidade social, não é possível ninguém conhecer em absoluto, logo que a palavra 'conhecer' só tem significado em relação com um coletivo de pensamento (FLECK, 1986, p. 90, tradução nossa).

Distante do formalismo lógico e da atividade racional lógica que envolve a descoberta científica, a ciência deveria ser entendida como uma atividade histórica realizada coletivamente por comunidades de investigação. Fleck (1986)

⁶ Coletivo de pensadores associados ao Círculo de Viena.

reforça que além do pensamento consistir numa atividade social por excelência, não pode ser situado completamente dentro de limites individuais.

O trabalho em equipe pode apresentar duas formas: pode ser simplesmente aditivo, como por exemplo, ao levantar um peso, e pode ser um trabalho coletivo propriamente dito que consiste em criar, mediante um esforço conjunto, uma estrutura especial que não é igual a uma soma dos trabalhos individuais e é comparável a uma partida de futebol, a uma conversação e ao atuar em uma orquestra. As duas formas se encontram no pensar e especialmente no conhecer (FLECK, 1986, p. 145, tradução nossa).

Com base na epistemologia estabelecida por Fleck, parte-se do pressuposto de que o conhecimento tenha origem sócio-histórica. Social, porque excede a cognição individual e inclui as generalizações dos indivíduos. Histórica, porque tem um desenvolvimento no tempo, não por causa do tempo num contexto positivista.

Cutolo (2001), afirma que pouco ainda se conhece das obras de Fleck. Naquela época, muito menos conhecimento, com pequena tiragem e da limitação da versão em alemão. Também, “a ascendência judia, o fato de ser polonês, viver em território soviético e ter vivido duas guerras, uma das quais confinado em um campo de concentração nazista, podem ter contribuído para a baixa repercussão direta de sua obra. Não pertencia ao eixo anglo-franco-saxão e, portanto, não poderia ser conhecido” (CUTOLO, 2001, p. 28).

Fleck publicou diversos artigos médicos e científicos em revistas da Polônia, da França, da Inglaterra e da Suíça. Sua obra *La génesis y el desarrollo de un hecho científico*, que concentra a mais aguda crítica ao empirismo lógico (Círculo de Viena), passa a ser esquecida e desconsiderada com a chegada do nazismo ao poder no local onde morava. Chegou a ser vendida como papel velho pela editora (440 de 640 exemplares impressos).

Até onde se conhece, o resgate de sua obra veio a ocorrer somente com o físico e filósofo da ciência americano Thomas Samuel Kuhn (1922 - 1996), que em 1962, fazendo referência a Fleck no início do seu livro *The structure of scientific revolutions*⁷, onde afirma que “em parte este ensaio é uma tentativa de

⁷ A estrutura das revoluções científicas.

explicar a mim mesmo e a amigos como me aconteceu ter sido lançado da ciência para a sua história” (KUHN, 2005, p. 10).

Kuhn continua o prefácio de sua obra, apresentando as discussões científicas e as influências e oportunidades que teve de aprofundar algumas idéias. Dentre elas, o pensamento científico dos filósofos franceses Alexandre Koyré (1882/1892 – 1964) e Émile Meyerson (1859 – 1933), da psicologia de Jean Piaget (1896 – 1980) e da teoria da Gestalt.

Por meio da Society of Fellows, da Universidade de Harvard, teve contato com a monografia quase desconhecida de Ludwik Fleck, a qual foi um ensaio para a constituição das idéias de Kuhn contidas no próprio livro.

O trabalho de Fleck [...] fez-me entender e 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 neste momento (KUHN, 2005, p. 11).

Além de Kuhn, o biólogo americano Frederick Grinnell, da University of Texas Southwestern Medical Center, cita em seu livro *The Scientific Attitude*⁸, que foi no livro de Fleck que encontrou uma descrição de ciência “cotidiana”, prática e social, que coaduna com sua experiência como cientista. Neste livro, Grinnell (1992) traz a compreensão da ciência nos termos da prática cotidiana, longe dos entendimentos de uma ciência realizada somente por vias de método científico e da lógica positivista.

Atualmente, os referenciais de Fleck passaram a ser utilizados com mais freqüência nas áreas da saúde, como medicina e enfermagem. Mas Fleck, ao desenvolver seus estudos de epistemologia da ciência, propôs abrangência de sua obra também para outros tipos de conhecimento.

No ensino, especificamente de biologia, por exemplo, e nos estudos voltados à história e filosofia da ciência, a epistemologia fleckiana tem sido pouco utilizada, com destaque para o trabalho de Delizoicov (2002), onde analisa o

⁸ A atitude científica [tradução nossa]. Este livro não tem publicação traduzida para a Língua Portuguesa.

conhecimento sobre o movimento do sangue no corpo humano a partir de uma perspectiva epistemológica referenciada em categorias estabelecidas por Ludwik Fleck.

Fleck realizou seu primeiro estudo epistemológico em 1927, intitulado *Sobre algunas características especiales del pensamiento médico*, publicado nos Arquivos da Sociedade de Amigos na História da Medicina (SCHÄFER e SCHNELLE, 1986, p. 18; PFUETZENREITER, 2003, p. 116).

Chamou atenção a característica de ser um trabalho voltado para a apresentação de uma epistemologia para a medicina e não para a física, como de tradição, além de prescrever um caráter interdisciplinar e coletivo do conhecimento, idéia esta contrária as idéias defendidas pelos adeptos do Círculo de Viena.

De acordo com Bombassaro (1995), mesmo Fleck tendo criticado o empirismo lógico, a ciência entendida como atividade historicamente elaborada por coletivos e envolvendo questões de âmbito sociológico e psicológico não era bem vista em meio aos que partilhavam das idéias disseminadas principalmente pelo Círculo de Viena.

Neste primeiro trabalho de 1927, Fleck apontou vestígios do que mais adiante se tornaria o conceito de estilo de pensamento, idéia esta relacionada a linguagem própria de cada coletivo de pensamento em seu contexto histórico e a relação estabelecida entre teoria e prática. A primeira noção do que denomina mais tarde de estilo de pensamento, é desenvolvida por Fleck quando o mesmo afirma que “um campo de pensamento cria um estilo peculiar para cada época com utilização de uma linguagem própria” (PFUETZENREITER, 2003, p. 117).

No entendimento de Fleck, para compreender e tratar dos fenômenos apontados pela medicina exigia-se a formação de um estilo específico no modo de pensar tais fenômenos. No caso da medicina, o conhecimento se pautava numa linguagem própria e seus integrantes partilhavam de práticas necessárias para identificação de doenças e realização de cirurgias.

Nestes termos, pode-se afirmar que a biologia se constitui em estágios, momentos históricos permeados por estilos específicos de pensamento,

caracterizando o movimento do conhecimento na construção do pensamento biológico e interferindo na formação das concepções sobre o fenômeno vida.

Mesmo assim, a epistemologia não pode ser limitada ao estudo dos estágios históricos da construção do pensamento biológico, mas à complexidade que compreende a variedade de estilos de pensamento biológico e a multiplicidade dos coletivos de pensamento, passando a ser vista na forma de biologia comparada, possibilitando estabelecer a predominância de um dos estilos de pensamento biológico naquele momento histórico.

Na década de 1930, no seu livro *La génesis y el desarrollo de un hecho científico*, Fleck descreve historicamente o conceito de sífilis e analisa com profundidade a construção histórica da reação de Wassermann⁹ para diagnóstico da sífilis, inserindo elementos e proporcionando o entendimento de conceitos tidos como categorias epistemológicas.

A epistemologia desenvolvida por Fleck contribui com a base teórica para o entendimento dos diferentes estilos de pensamento biológico que estruturaram o modo de pensar o fenômeno vida durante o percurso histórico de construção do pensamento biológico.

Idéias centrais ...

Ao longo de todo seu livro, Fleck trata da questão da gênese e desenvolvimento de um fato científico, relacionado com a sífilis. O que assegurava a Fleck o entendimento e a compreensão de como todo esse conhecimento sobre a sífilis começou e a forma como se construiu historicamente, constituiu-se ao investigar o passado da ciência por meio de elementos epistemológicos, a produção coletiva e interdisciplinar do conceito de sífilis e a evolução diagnóstica.

⁹ A reação de Wasserman consiste em um teste sorológico para identificar a sífilis, desenvolvido pelo bacteriologista alemão August von Wassermann (1866 – 1925) e demais profissionais do Instituto Robert Koch. O método implica em aplicar o glicerol cardiolipin, extraído do coração bovino, numa amostra de sangue retirada para exame. A reação ocorrerá com os lipídios presentes na membrana da bactéria, assegurando resultado positivo.

Na concepção de Fleck, para conhecer a gênese e o desenvolvimento de um fato científico, olha-se para o passado desse fato, procurando entender como é que foi construído o pensamento sobre ele. O estilo de pensamento permite saber de que forma o conhecimento se instaurou, se estendeu e se transformou.

A categoria estilo de pensamento proposta por Fleck comporta uma visão de mundo estruturado pelo sujeito epistêmico, o qual se fecha a determinado corpo de conhecimento que, além de uma constituição teórica, expressa uma linguagem própria e adequada, acompanhada de práticas específicas.

O estilo de pensamento é determinado por ações cognitivas, externalizadas num grupo social e que ocupa um determinado tempo histórico, ou seja, uma estrutura de pensamento, uma composição de idéias, pertencentes a um determinado contexto histórico. A apropriação deste estilo de pensamento por outros sujeitos ocorre no processo de formação cultural, de comunicação, passando a fazer parte da mediação deste sujeito com o objeto.

Fleck (1986, p. 145) estabelece para a categoria estilo de pensamento, que o perceber dirigido¹⁰ envolve as atitudes do sujeito com relação ao modo de observar o objeto, despendendo certo ponto de vista sobre o observável.

Este ponto de vista do sujeito comporta uma visão de mundo, expressa pela perspectiva com a qual, no individual ou no coletivo, “enxerga” o mundo e seus problemas, as necessidades humanas, os fenômenos naturais, em um dado momento histórico. Este olhar individual e coletivo reúne uma série de valores culturais e conhecimentos acumulados sobre o fato científico em questão.

Nesse sentido, olhar para a história da ciência e analisar os modelos interpretativos que o ser humano construiu sobre o fenômeno vida, significa estabelecer uma relação contextual tida como referência, como gênese, de onde se parte a sistematização desse pensamento científico.

Em cada momento histórico definem-se diferentes estilos de pensamento, compartilhados por diferentes sujeitos que pensam de forma similar e compõem os coletivos de pensamento, possibilitando estabelecer comparações. Tal

¹⁰ Fleck se refere ao perceber dirigido com base na Gestalt, como sendo “a totalidade da preparação e disponibilidade intelectual orientada à ver e atuar de uma forma e não de outra” (FLECK, 1986, p. 111, tradução nossa).

experiência humana é relativizada de acordo com a visão de mundo de onde é vivenciada. Essa relativização depende diretamente do perceber dirigido que o sujeito despende sobre o fato científico (FLECK, 1986).

Paralelamente ao livro publicado em 1935, Fleck publicou também, no mesmo ano, o texto intitulado *Observação científica e percepção em geral*, onde explora as etapas do desenvolvimento do coletivo de pensamento (PFUETZENREITER, 2003, p. 118).

Nesse trabalho, Fleck deixa claro que a forma como se pensa ou se observa está condicionada pelo coletivo de pensamento ao qual pertence o sujeito e que se encontra presente em um quadro histórico determinado desde a gênese do estilo de pensamento.

Em outro de seus escritos, *The problem of epistemology*¹¹, precisamente de 1936, ele explora um pouco mais a questão da epistemologia que apresentou em seu livro, publicado em 1935 (PFUETZENREITER, 2003, p. 121). No desenvolver da epistemologia, lista três fenômenos na tentativa de superação do erro epistemológico disseminado até então. A epistemologia defendida pelo coletivo formado pelos pensadores do Círculo de Viena, combatida por Fleck, considerava o sujeito como aquele que mantinha inalterada sua forma de compreensão empírica, absoluta na forma de pensar o mundo natural com descon siderações das relações históricas e sociais, ou seja, pensar o mundo natural de forma empírica e com razões lógicas.

Com base na análise histórica, Fleck, ao representar o primeiro fenômeno pelo coletivo de pensamento, declara que os sujeitos que pensam de forma similar pertencem ao mesmo grupo de pensamento, o que dificulta a comunicação com grupos que não partilham das mesmas idéias. Isto se configura num quadro de diferentes níveis de coletivos de pensamento que expressam dificuldades de comunicação entre eles.

Alguns estilos de pensamento se aproximam de outros como, por exemplo, os estilos dos físicos e dos biólogos, outros mais distantes, como por exemplo, do físico e do filósofo, e finalmente alguns são mais distantes ainda como, por exemplo, do físico e do místico. Portanto, pode-se falar em estilos separados e

¹¹ O problema da epistemologia [tradução nossa].

de variedades de estilos, e similarmente de coletivos de pensamento semelhantes e distantes (PFUETZENREITER, 2003, p. 121).

Esta fase, onde o fenômeno de disseminação se expressa pelo coletivo de pensamento, é a fase em que o estilo de pensamento se instala e se estende ao coletivo, ou seja, a teoria e o modelo são propostos, discutidos, corroborados, ampliados, publicados, compartilhados pelos pares do coletivo de pensamento tanto no âmbito da solução do problema de pesquisa, quanto da apropriação pelo sujeito, do conhecimento relativamente significativo. A produção do conhecimento, no entendimento de Fleck, ocorre num processo de instauração (se instala), extensão (permanece) e transformação do estilo de pensamento.

Seguindo a afirmação dada ao primeiro fenômeno, Fleck prenuncia o segundo como sendo a transformação resultante da circulação de idéias. Determinadas expressões somente tem significados se utilizadas dentro de uma estrutura de linguagem ligada ao coletivo de pensamento. As relações sociais causam interferência no processo de circulação das idéias, modificando a forma de entendimento por outros coletivos de pensamento ao qual se destina.

A existência de problemas e complicações para os quais o estilo de pensamento não apresenta solução consistente há tomada de consciência por parte do coletivo de pensamento sobre tais complicações e se sujeita à transformação. Este período corresponde ao momento histórico em que os fatos científicos não mais são compreendidos dentro da estrutura do estilo de pensamento. Na continuidade das discussões e tentativas de “encaixe” dos fatos à teoria expressa pelo coletivo de pensamento, as exceções tornam-se cada vez mais freqüentes no coletivo (DELIZOICOV, 2002).

Por mais que seja um pensamento sobre um dado conhecimento científico, de sistematização sobre determinado fenômeno biológico, como a cura de uma doença, por exemplo, terá diversidade em sua compreensão. Se for um coletivo de não-especialistas, como por exemplo, os professores de Biologia, o pensamento terá uma circulação mais simplificada e popularizada. Se para especialistas, como por exemplo, os pesquisadores em microbiologia, o pensamento assumirá uma característica mais de ampliação sobre o conhecimento já adquirido, ao ponto de culminar com a legitimação dentro da

estrutura do sistema de idéias, assegurando a circulação oficial das idéias resultantes.

Para o terceiro fenômeno, Fleck considera o desenvolvimento histórico do pensamento. Ele analisa idéias que se desenvolvem dentro do coletivo de pensamento. Percebe-se que Fleck, ao considerar o aspecto histórico para o desenvolvimento do pensamento, deixa clara a necessidade de análise do pensamento inserido num contexto espaço-temporal, o qual não pode ser tomado isoladamente, fora do cenário histórico. Sendo assim, o fato científico necessita ser visto a partir da condição de atividade humana e das necessidades apresentadas por um coletivo, inserido em um contexto sócio-histórico.

Pensando o fato científico da sífilis, analisado por Fleck, a reação de Wasserman foi instaurada por um coletivo médico em 1906, serviu como teoria científica para que Fleck pudesse estabelecer as bases históricas para a constituição desse diagnóstico. Para a compreensão de tal fenômeno, Fleck pesquisou como foi possível tal constituição, desmitificando a genialidade de um único cientista ou mesmo do papel milagroso de tal descoberta. Em 1935, Fleck escreveu sua monografia na qual abordou tal reação (FLECK, 1986). No entanto, no início do século XXI, conta-se com a identificação completa do genoma do *Treponema pallidum*, agente etiológico da sífilis.

Pensando o fenômeno vida, analisado nesta dissertação, o entendimento se assemelha aos estudos de Fleck sobre a sífilis. O fenômeno vida entendido como descrição dos seres vivos pelo círculo de naturalistas, serviu como explicação até o século XVIII e XIX, concomitante à idéia de animal-máquina. A partir do século XX, o fenômeno vida passa a ser entendido por processos físico-químicos, passíveis de alterações estruturais antes ordenadas pela física mecânica e pela ordem natural. A manipulação do material genético pela técnica de DNA recombinante, material este determinante do processo vital dos seres vivos, foi instaurada por um coletivo de cientistas no início dos anos de 1970.

As trocas de idéias que ocorrem dentro do próprio coletivo de pensamento ou entre coletivos, são realizadas por meio do aporte de terminologias empregadas com significados restritos. Fleck chama a atenção para a presença de uma força própria que confere a caracterização do estilo de

pensamento do grupo e que se descaracteriza ao ser traduzido para a linguagem de outro coletivo de pensamento.

Esta força está contida em termos como 'espécie' (zoologia e botânica), 'átomo' (física e química), 'análise' (química), 'diagnóstico' (medicina), 'camada germinativa' (embriologia), etc. Nenhum destes termos pode ser completamente substituído por uma explanação lógica, pela tradição de uma dada disciplina e seu desenvolvimento histórico tem cercado isto pelo poder específico sacramental que fala aos membros do coletivo com uma força maior que o conteúdo lógico (PFUETZENREITER, 2003, p. 122-123).

No mesmo artigo de 1936, *The problem of epistemology*, Fleck considera que os coletivos de pensamento mantêm uma estrutura interna comum, uma tendência de união entre seus membros na adoção de uma atitude compartilhada. Com maior profundidade, refere-se aos círculos esotéricos e exotéricos (DELIZOICOV, 2002; PFUETZENREITER, 2003). Pensando na ciência, o círculo esotérico seria o círculo formado por especialistas numa determinada área de conhecimento e, ao redor deste, o círculo exotérico formado pelos não-especialistas, ou seja, pelos que compartilham de diferentes áreas, como, por exemplo, professores de biologia, ou do senso comum ou outra forma de conhecimento, como os que compartilham a teologia, a arte, a filosofia, entre outras.

Destaca-se que, na disseminação de conhecimentos sobre fatos científicos entre coletivos de pensamento, há necessidade de chamar a atenção para a relativa consideração do que seja um círculo esotérico e um círculo exotérico. O círculo exotérico pode ser esotérico sob outro objeto epistêmico ou outra perspectiva do mesmo objeto, e vice-versa.

Os indivíduos que integram o círculo esotérico partilham de uma linguagem estilizada e códigos fechados de comunicação. Ao redor deste, se estabelece o círculo exotérico cujo discurso se dá de forma mais simples, e quanto mais este círculo se afasta do esotérico, mais o conhecimento científico tende a se simplificar. O livro didático e a mídia são exemplos de fontes disseminadoras que compartilham conhecimentos científicos característicos à um público que mantém um círculo exotérico.

Isto contribui para explicar a relação que se estabelece entre o coletivo de pensamento formado pelos que compartilham conhecimentos sobre o objeto de estudo da biologia, os pesquisadores, e o círculo exotérico daqueles que ensinam a partir de modelos construídos para a mediação, o entendimento e a compreensão desse objeto na sala de aula, os professores de biologia. Para estes últimos, a linguagem acaba sendo mais simplificada, por meio de “conceitos prontos”, principalmente a partir do livro didático.

Ao tratar como as idéias se desenvolvem no interior do coletivo de pensamento, Fleck relaciona três fontes originárias de um estilo de pensamento. A primeira fonte seria a partir das proto-idéias. Estas proto-idéias formam as idéias anteriores e marcam o início do estilo de pensamento até o momento de sua superação e formação de novas idéias.

As proto-idéias devem ser vistas como esboços histórico-evolutivos das teorias atuais e seu surgimento tem que se compreender sócio-cognitivamente. A pretensão de que na história surgem muitas idéias mais ou menos obscuras, das que a ciência adota as ‘corretas’ e desconsidera as ‘incorretas’ é insustentável. Se fosse assim, seria inexplicável como são possíveis tantas representações ‘corretas’ de objetos desconhecidos. Nesta opinião se encontra implicitamente a afirmação de que deveriam aplicar-se as categorias de verdade e falsidade às proto-idéias, o que também seria errôneo (FLECK, 1986, p. 72, tradução nossa).

Ao mesmo tempo em que afirma a existência histórica dessas proto-idéias, Fleck também menciona que nem sempre os fatos científicos emergem dessas proto-idéias, não sendo encontradas relações históricas diretas entre as idéias antigas e modernas. Mesmo assim, apesar de serem idéias de épocas passadas, não há como afirmar serem falsas, erradas ou atrasadas, “elas simplesmente são diferentes das atuais porque se baseiam em princípios, interpretações e conceitos novos” (CHAUÍ, 2003, p. 52).

As proto-idéias se constituem num complexo objeto epistêmico que se encontra conformado por conceitos, práticas e visões de mundo. Este objeto epistêmico vem sempre sendo modificado, transformado, porque os modelos interpretativos mudam. Os modelos sempre mudam porque os conhecimentos científicos se especializam, os sujeitos epistêmicos alteram sua maneira de pensar os objetos epistêmicos e a maneira de compreender o mundo.

O fenômeno da transformação no estilo de pensamento acontece a partir de superações na forma de pensar, e estas, ocasionadas por forças sociais que provocam mudanças no estilo de pensamento no momento da circulação intra-coletiva. A circulação intra-coletiva de idéias, segunda fonte originária, pode ocorrer, por exemplo, por meio das publicações especializadas, congressos e discussões entre os pares.

Não obstante, os efeitos constantes da circulação inter-coletiva, terceira fonte originária das idéias, também favorecem para o desenvolvimento de novas idéias e formação de novos estilos de pensamento. A circulação inter-coletiva de idéias pode ocorrer por meio de divulgação científica e nas discussões entre os ímpares, como aconteceu para a proposição do modelo da estrutura do DNA. Tal fato científico foi discutido por biólogos, químicos e físicos.

Sendo assim, Fleck “quebra” com uma forma de realismo determinante da natureza sobre a episteme humana. A relação epistêmica entre sujeito e objeto possibilita a interação com um terceiro elemento, que ele denominou de estado do conhecimento.

Nestes termos, a biologia, assim a ciência como um todo, precisa ser vista sendo construída como produto da atividade humana (KNELLER, 1980; ANDERY et al., 1998). Isso significa ampliar o entendimento sobre a interação existente entre o sujeito, o objeto e o conhecimento sobre o fato científico, até o momento pensado e disseminado entre os diversos círculos.

É de fundamental importância, de acordo com Fleck (1986), considerar a existência de conexões ativas, de perspectiva mais racionalista, as quais compreendem as informações que o sujeito acrescenta ao objeto. Também, a existência de conexões passivas, de perspectiva mais empirista, as quais compreendem as informações que vêm do objeto para o sujeito.

Não negou a objetividade defendida pelos empiristas, nem a criatividade do indivíduo sugerida pelos idealistas. Os conceitos de ligações (conexões) ativas e passivas empregados por Fleck em sua obra podem ser indicadores de que ele pensava tanto em termos de conhecimento empírico, objetivo (passivo), quanto criativo, subjetivo (ativo). Afirmou, porém que a relação entre ambos é direcionada pelo ambiente social (LIMA, 2003, p. 34).

Como a distinção entre ambas as conexões representa um caráter mais sistemático e didático, uma vez que atividade cognitiva exige a superação da disjunção entre o sujeito e o objeto, percebe-se a existência de uma terceira variante para a natureza do conhecimento (FLECK, 1986). Esta terceira variante corresponde ao processo de construção do conhecimento científico, pois ao mesmo tempo em que os conceitos científicos não são definitivos, agregam uma concepção de verdade (SMITH, 1995; FREIRE-MAIA, 2000).

Se esta concepção de verdade não estiver em sintonia com uma visão de ciência compreendida como atividade humana e como mais uma forma de conhecimento (KNELLER, 1980), poderá ser direcionada a um realismo ingênuo, de cunho positivista, cujos fenômenos naturais são percebidos tais como são na realidade. Nestes termos científicos, o fenômeno vida acaba sendo percebido empiricamente a partir da natureza ou é dada ao ser humano a condição inata para tal percepção da realidade (SMITH, 1995; ARANHA e MARTINS, 2003; CHAUI, 2003).

Na ciência não há erros absolutos ou verdades absolutas no que diz respeito aos conceitos científicos construídos historicamente (FREIRE-MAIA, 2000). Nesse sentido, a verdade sobre o fenômeno vida assumiu o ponto de vista do estado do conhecimento no momento em que contribuía para estruturar o estilo de pensamento biológico. Este estilo permitiu a constituição de uma forma de olhar o objeto do conhecimento, não como sendo resultante de um logicismo ou de um psicologismo, mas da ação integradora por meio de fatores extrínsecos e intrínsecos que afetam em tal processo (SMITH, 1995).

Nesse sentido, a verdade sobre o fenômeno vida sob o ponto de vista biológico passa a ser entendida como um ideal inatingível (FLECK, 1986). O desenvolvimento científico não é unidirecional e não consiste somente em acumular partes de novas informações, mas também dos conhecimentos que se constituíram enquanto verdade histórica (SMITH, 1995).

Possivelmente Fleck tenha sido o primeiro a enunciar claramente que o conhecimento especializado é um objeto epistêmico complexo que evolui no tempo, produzido por um incessante trabalho de gerações de investigadores.

Fleck publica em 1939 o texto *Science and social context*¹². Neste texto, apresenta discussões sobre a dependência da ciência em relação à época e ao contexto social.

Para ele, a ciência seria uma criação da sociedade e para a sociedade e seus resultados não podem ser tomados fora desta esfera. O autor lança pontos de discussão sobre a interferência de fatores sociais e políticos para a expansão do trabalho científico, antecipando trabalhos que seriam desenvolvidos mais tarde por Latour e Knorr-Cetina na sociologia da ciência (PFUETZENREITER, 2003, p. 125).

Um exemplo trazido por Fleck refere-se às discussões sobre o desenvolvimento das teorias da fecundação, que refletiram o meio político, social e filosófico do século XVIII. Os coletivos de pensamento da época disseminavam suas formas de pensar sobre o desenvolvimento da fecundação. Esferas de discussão representavam por meio do discurso, da comunicação, a disputa entre o preformismo¹³ e o epigenismo¹⁴, entre o vitalismo¹⁵ e o mecanicismo¹⁶. Tais defesas não ocorriam no vazio, mas sim a partir de estilos de pensamento desenvolvidos na história da ciência, ou seja, diferentes formas de pensar o mecanismo de fecundação.

Para caracterizar a ciência como um complexo fenômeno cultural, de caráter coletivo e composto por instituições, ações e eventos, com uma composição de círculos e a participação mútua de seus integrantes, Fleck publicou na década de 1940, o texto *Problems of the science of science*¹⁷ (PFUETZENREITER, 2003, p. 126).

Neste último texto, Fleck reforça a importância da teoria aliada à prática e a falácia que pode ser produzida quando da falta do último elemento. A práxis

¹² Ciência e contexto social [tradução nossa].

¹³ Teoria que considera o desenvolvimento do indivíduo limitado à ampliação das estruturas que se encontram preexistentes no ovo. Também, que o meio não tem qualquer influência sobre as capacidades do indivíduo.

¹⁴ Teoria que considera todo o sistema vivo como não sendo determinado pelo indivíduo. Nega a existência de estruturas pré-formadas no ovo e que determinadas potencialidades do indivíduo são influenciados pelo ambiente.

¹⁵ Corrente filosófica que sustenta que em toda forma de vida existe um fator intrínseco que ativa a vida.

¹⁶ Corrente filosófica que considera que o sistema vida funciona como uma máquina e que todos os fenômenos vitais podem ser explicados por leis físico-químicas.

¹⁷ Problemas da ciência da ciência [filosofia da ciência – epistemologia – tradução nossa].

resultante do conjunto de atividades que efetuam transformações e produções de novos estilos é considerada por Fleck como sendo a base elementar para o desenvolvimento das características específicas da cognição científica (PFUETZENREITER, 2003).

No entendimento de Fleck, a natureza lógica da estrutura do estilo de pensamento não se constitui em elemento de base da cognição científica. Tampouco o consenso coletivo e a aplicabilidade prática, uma vez que a harmonia das ilusões assegura um ponto de vista que, mesmo sendo falso, seja útil e aplicável. Lembra-o que o ouro dos alquimistas financiou muitas guerras (PFUETZENREITER, 2003; CHASSOT, 2005).

Fleck coloca em relevo a natureza social da ciência, os valores que compõem a mesma no contexto histórico vigente da verdade científica e expressa a importância destes elementos no processo de cognição para o desenvolvimento de teorias científicas. Para tal expressividade, Fleck se utiliza do conhecimento sobre a infecção e doenças infecciosas.

Esta noção teve origem em crenças antigas na analogia entre putrefação e doença e nos 'animáculos' como causas destas enfermidades. A idéia atravessou os tempos, desde a Grécia e Roma antigas, com Hipócrates, passou pelo Renascimento com Girolamo Fracastoro, em 1546, e com Leeuwenhoek, em 1680, até chegar a Pasteur com seu primeiro trabalho em 1866. Todas estas idéias existentes ainda antes da comprovação por provas empíricas formaram um estilo de pensamento pré-científico (que seriam as proto-idéias referidas no livro) e que agiram como forças propulsoras para o desenvolvimento da ciência (PFUETZENREITER, 2003, p. 129).

O estilo de pensamento, para Fleck, se constitui como sendo uma tendência do coletivo de pensamento, a uma percepção dirigida e seletiva, bem como a correspondência mental e utilização prática do que é percebido. Isto ocorre até o momento em que este estilo sofre interferências do momento histórico. Seria mais uma resistência para concordância e consolidação do coletivo de pensamento, do que obstáculos propriamente ditos (DELIZOICOV, 2004).

Não se pode afirmar que, no processo de desenvolvimento dos estilos de pensamento biológico, há a presença constante de erros e por esse motivo,

ocorreram transformações nesses estilos. Delizoicov (2004), com base em estudos da história da ciência, afirma que o modelo apresentado pelo médico grego Claudio Galeno (131 – 200) para o movimento do sangue no corpo humano respondeu às necessidades humanas por um período de 1500 anos.

O estilo de pensar o movimento do sangue no corpo humano constituiu-se como um modelo de verdade (FREIRE-MAIA, 2003) e de forma alguma se tornou obstáculo para o desenvolvimento de outro modelo de representação, o apresentado pelo médico britânico William Harvey (1578 – 1657). Toda uma tradição médica se utiliza do modelo de Galeno, tomado como verdade científica e filosófica naquele momento histórico.

A coerção de pensamento e a harmonia das ilusões, que correspondem ao período de instauração e extensão do estilo de pensamento, ajudam a compreender porque as idéias de Galeno perduraram por um longo tempo (DELIZOICOV, 2002).

No momento de instauração das idéias novas, a coerção de pensamento representa a atitude necessária exercida pelo coletivo de pensamento sobre o indivíduo, com objetivos claros de inseri-lo em um estilo de pensamento. A harmonia das ilusões caracteriza o período posterior ao da instauração, em que só se observam os fatos que se encaixam na teoria dominante, conhecidos por suas regularidades. Nesse momento, pode-se dizer que o coletivo possui uma forma específica, uma visão de mundo sobre o objeto epistêmico.

Mesmo já estabelecido o estilo de pensamento, a coerção se perdura no sentido de garantir a explicação e a permanência do fato científico. Isto acontece até que a teoria dominante passa por fase de complicações e certas fragilidades, exceções e contrastes tornam-se conscientes no coletivo. Por sucessivas transformações, se instaura outro modo de ver, de pensar e de agir, emergindo um novo estilo de pensamento.

Um dos pontos mais importante no pensamento de Fleck, é que cada estilo de pensamento responde a um coletivo de pensamento e a ciência deixa de ser produto empírico e lógico de sujeitos cognitivos geniais, para ser produto de atividade coletiva sustentada por características específicas da cognição científica e pela estrutura sociológica que mantém um estilo de pensamento.

Nesse sentido, o fato de nominar um estilo de pensamento como sendo deste ou daquele pensador ou cientista, não se configura como sendo de um sujeito genial, mas centrado nele a popularidade pela responsabilidade da divulgação dentre os sujeitos que compõem o coletivo de pensamento. Por exemplo, o estilo de pensamento mecanicista, tendo em Harvey seu maior expoente na área biomédica, não configura somente a forma de pensar o movimento da circulação do sangue modelado “genialmente por William Harvey”, mas por um círculo de médicos que pensavam da mesma forma, sujeitos epistêmicos que compartilhavam de conhecimentos e práticas, teorias e modelos, para entender e interpretar o mundo, a ciência, a cultura e a sociedade (FLECK, 1986).

Portanto, ao referir-se a história da ciência como um dos caminhos para se compreender os estilos de pensamento biológicos sobre o fenômeno vida que predominaram em cada momento histórico, não se deve cobrir de uma carga mítica, defendida ou exaltada por gênios da ciência e que respondem a um grau de hierarquização linear na forma de pensar a ciência e seus feitos históricos.

A identificação dos estilos de pensamento biológico sobre o fenômeno vida e os pensadores que possibilitaram a instauração, a extensão e a transformação, contribui para a compreensão de como as idéias científicas se modificaram desde a Antiguidade grega até a contemporaneidade.

3. BREVE RELATO SOBRE O PENSAMENTO CIENTÍFICO

Conta a professora Marilena de Souza Chauí (1941 -), da Universidade de São Paulo, que certa vez um grego teria dito: “o pensamento é o passeio da alma”. Desta forma, o grego expressa seu entendimento de que é pelo pensamento que o espírito humano percorre o mundo a fim de conhecê-lo.

Nos dias atuais, o conceito de pensamento assume sentidos variados e múltiplos. Poder-se-ia perguntar a um professor, o que ele pensa sobre o fenômeno vida. Num primeiro momento, a atividade solitária toma rumos impressionantes e a viagem mental começa a trilhar diversos caminhos. Um estilo próprio de pensar e refletir, que provoca um movimento de volta sobre si mesmo, de retorno sobre suas próprias idéias, interrogando a si mesmo.

Com base na perspectiva de que o ser humano tem a capacidade de produzir sua própria história, pode-se afirmar que é nesta história que altera, a partir de sua individualidade e das relações sociais que participa, seu estilo de pensamento, sua maneira de pensar sobre o mundo e sobre si mesmo.

Nestes termos, o pensamento passa a ser entendido como o processo mental que permite ao ser humano representar por meio de modelo o mundo perceptível e metafísico. Este mundo, tido num primeiro momento como complexo e desconhecido em sua totalidade, permite que o ser humano articule formas e meios de atuar sobre ele. Para tal, precisa-se compreender e procurar estabelecer semelhanças, diferenças, contigüidades, sucessão de tempo, causalidades, ou seja, perceber e definir as regularidades que existem.

Aranha e Martins (2003, p. 21) apresentam um bom exemplo dessas regularidades ao trazer o pensamento de Kant, quando o mesmo diz que “se o cinábrio [minério de mercúrio] fosse ora vermelho, ora preto, ora leve, ora pesado

[...], minha imaginação empírica nunca teria ocasião de receber no pensamento, com a representação da cor vermelha, o cinábrio pesado”.

Ao pensar sobre como modelar e também atuar e transformar a natureza, o ser humano se depara com a necessidade de representar, também por meio de modelos, a sociedade. Essa preocupação humana representa a necessidade de garantir principalmente sua sobrevivência.

A preocupação com o mundo natural e com os fatos sociais instigou o ser humano à construção de diferentes concepções, em especial sobre o fenômeno vida, e à interpretações de mundo e de seu papel enquanto parte deste mundo.

Mas a ação do ser humano sobre a natureza não se restringe somente para sua sobrevivência. Ele ultrapassa seu limite animal e incorpora as experiências e conhecimentos produzidos no coletivo e transmitidos no decorrer da história.

Sendo assim, as novas gerações não precisam voltar ao ponto de partida, tão somente biológico e instintivo, para garantir sua adaptação ao meio. A educação e a cultura asseguram a circulação do conhecimento e a elaboração e instauração de novos estilos de pensamento.

Mas, ao ser humano, é natural a faculdade de pensar, de conhecer e aprender, ou a constrói como ser social?

Esta pergunta é interessante, até mesmo para desmitificar o provérbio que “pau que nasce torto, morre torto!”, uma vez que o homem não nasce já dotado de todas as qualidades que irão ou não se manifestar. O ser humano distingue dos outros animais pelas faculdades de conhecer, pensar e aprender, apesar de que estudos recentes têm apontado para a manifestação dessas faculdades também em outros primatas.

José Bleger, no seu livro *Psicologia da conduta* (1987), sistematiza mitos filosóficos que, de certa forma, tem influenciado sobre a concepção do homem “que nasce pronto”. Os mitos do homem natural (“o homem nasce bom, mas a sociedade o corrompe”), do homem isolado (“instinto especial que garante ao mesmo relacionar-se com seus semelhantes”) e do homem abstrato (“características independem das situações de vida”), são questionados pelo autor.

Estes mitos podem ser considerados, por analogia empírica, aos estilos de pensamento, disseminados por coletivos de pensamento, em determinados momentos históricos e que sofreram influências sociais e culturais para sua instauração. Muitos destes mitos influenciam, ainda hoje, o senso comum, os pesquisadores e os professores, dentre outros.

O filme do cineasta alemão Werner Herzog (1942 -), *O enigma de Kasper Hauser*, de 1976, conta justamente deste tema. Representa a história de uma criança criada longe de outras pessoas e que se tornou incapaz de se humanizar, desenvolvendo apenas características instintivas e outras não particulares da espécie humana.

Acompanhando o pensamento de Bleger (1987), o ser humano não tem natureza humana pronta, ele tem história, o que é diferente de afirmar, como no pensamento de Aristóteles, que o ser humano é por natureza um animal social. E na história, o pensamento humano adquire formações diferenciadas, dependendo da maneira com a qual estabelece relações com as regularidades apontadas pelo mundo.

Com base nestes apontamentos, colocam-se em discussão outros dois grandes mitos: o do “gênio” da ciência e o do “dom” de ser professor. Ambos precisam ser superados.

O físico Stephen William Howking (1942 -), em seu livro *Os gênios da ciência*, trouxe à tona as principais teorias da física que mudaram o pensamento científico ao longo da história e a percepção de mundo da humanidade. Nele, Howking desenvolve a idéia de que uma teoria subsequente, ou mesmo lei científica, somente foi ou é possível porque o cientista responsável por sua sistematização e apresentação se apoiou sobre ombros de gigantes, com base numa fala de Newton.

Assim teria ocorrido com as teorias de Galileu Galilei (1564 – 1642), Isaac Newton (1643 – 1727) e Albert Einstein (1879 – 1955). Apesar de ainda mitificar o conceito de “gênio da ciência”, o contextualiza como um empreendimento revolucionário (KUHN, 2005). Algo importante se destaca: que o elemento relatividade do “gênio Einstein”, já fora apresentado no início do século XVI por

Galileu Galilei e posteriormente, com característica mais filosófica do que científica, por Immanuel Kant (1724 – 1804).

Em Delizoicov (2002), encontra-se outro exemplo envolvendo a desmitificação do “gênio da ciência”, defesa da construção social e coletiva do pensamento científico sobre o movimento do sangue no corpo humano e a evolução do pensamento entre os momentos históricos em que viveram Claudio Galeno (131 – 200) e Willim Harvey (1578 – 1657).

Com Gregor Johann Mendel (1822 – 1884), o mesmo acontecimento, o “gênio da genética” foi desmitificado por Leite (2001) ao apresentar a história das leis de Mendel na perspectiva fleckiana, destacando os estilos de pensamento que influenciaram em toda a formação e a produção coletiva deste fato científico. Mendel “subiu em ombros de gigantes” que o antecederam e deixaram registros, e o acompanharam em seus estudos voltados à ciência naturalista.

Quanto ao mito do “dom” de ser professor, parte-se do pressuposto de que o mesmo, antes de tudo, é um ser humano, com necessidades constantes. Uma delas, de manter-se sujeito do processo de desenvolvimento a partir da interação social que mantém com o outro.

O professor precisa passar a ser visto sob a perspectiva de formação humana, seguida da perspectiva profissional, assumindo características como a de intelectual orgânico e reflexivo (GIROUX, 1997). Tornar-se professor é elemento integrador do constituir-se como sujeito, como indivíduo enquanto ser social, pertencente à vários círculos de pensamento.

Nestes termos, Giroux (1997, p. 162) complementa que:

ao encarar os professores como intelectuais, podemos elucidar a importante idéia de que toda a atividade humana envolve alguma forma de pensamento. Nenhuma atividade, independente do quão rotinizada possa se tornar, pode ser abstraída do funcionamento da mente em algum nível. Este ponto é crucial, pois ao argumentarmos que o uso da mente é uma parte geral de toda atividade humana, nós dignificamos a capacidade humana de integrar o pensamento e a prática, e assim destacamos a essência do que significa encarar os professores como profissionais reflexivos.

[...]

Eu argumentei que, encarando os professores como intelectuais, nós podemos começar a repensar e reformar as tradições e condições que têm impedido que

os professores assumam todo o seu potencial como estudiosos e profissionais ativos e reflexivos. Acredito que é importante não apenas encarar os professores como intelectuais, mas também contextualizar em termos políticos e normativos as funções sociais concretas desempenhadas pelos mesmos. Desta forma, podemos ser mais específicos acerca das diferentes relações que os professores têm tanto com seu trabalho como com a sociedade dominante (GIROUX, 1997, p. 162).

Atenção necessária para a questão do professor, sua profissionalização, colocando em pauta elementos que compõem a “profissão docente”. Nesse sentido, segundo Imbernón (2000, p. 43-44), “a profissão docente desenvolve-se por diversos fatores: o salário, a demanda do mercado de trabalho, o clima de trabalho nas escolas em que é exercida, a promoção da profissão, as estruturas hierárquicas, a carreira docente etc, e, é claro, pela formação permanente que essa pessoa realiza ao longo de sua vida profissional”. Ainda complementa que “a formação é um elemento importante de desenvolvimento profissional, mas não é o único e talvez não seja o decisivo” (IMBERNÓN, 2000, p. 44).

Tornar-se professor implica em olhar para uma profissão que demanda responsabilidades quanto à aprendizagem permanente. Mas, no círculo exotérico formado pelos professores, possivelmente encontra-se a crença de que aprender não é somente um ato racional, pois envolve o professor num caminho de objetividades e de subjetividades, configurando-se como um ato de amor.

Em seu livro *Como nasce um professor?*, Furlanetto (2003, p. 5) mostra que a formação do professor é processo no qual se depara com níveis de realidade que permite que “estabeleçamos conexões e reinventemos sentidos, recriando-nos nesse processo”. E ademais,

deslocamentos, trânsitos antes não permitidos, começam a ser exercitados; o ato de aprender desdobra-se em ato libertador. Caminho árduo, tortuoso, exigente e bastante prazeroso, mas também gerador de angústia e medo. Entregar-se a esse processo para alguns parece ser fundamental, pois cientes de sua incompletude, vivem buscando o que apenas se insinua, outros parecem temer ser tocados por essas experiências.

Ao longo desses anos de trabalho, fui compreendendo que aprender assusta, porque rompe, desloca, une e sobretudo transmuta. ‘Viver é perigoso’, já nos dizia Guimarães Rosa e aprender, também, exige ousadia, desapego, coragem de entregar-se aos caminhos” (FURLANETTO, 2003, p. 6).

Nesta perspectiva, a forma de pensar o professor como portador de “dom” precisa ser desmitificada e estilizada como sendo “epistemólogo de si mesmo”. Ramos (2003, p. 32) argumenta que

a construção do ‘ser professor’ também pode ser vista como uma caminhada epistemológica. Além do que, um professor que tem uma postura epistemológica tem mais condições de discernir sobre um ensino mais adequado de um menos adequado, tem melhores condições de avaliar o processo de construção dos alunos e o próprio processo de ensino e tem mais chances de ter mais clareza sobre o significado de ensinar e de aprender ciências [Física, Química e Biologia] (RAMOS, 2003, p. 32).

Além do pensamento humano desenvolver-se no decorrer do tempo histórico, excede aos indivíduos e inclui as generalizações em pensamentos coletivos. Os coletivos de pensamento se caracterizam por apresentar cada um, o seu estilo de pensamento, ou seja, indivíduos que compartilham de conhecimentos e práticas, leis e teorias, modelos e modos de entender e interpretar o mundo, a ciência, a cultura, a sociedade (FLECK, 1986).

Com este olhar sobre o pensamento humano, assume-se a característica de reflexão e superação das perspectivas exclusivamente racionalistas e empiristas. O sujeito do conhecimento estabelece interações com outros sujeitos do conhecimento e estes com o objeto do conhecimento por meio de relações que são mediatizadas pelo próprio estilo de pensamento, ou seja, ao sujeito do conhecimento cabe tomar o entendimento humano como objeto de investigação.

Isto quer dizer que, além da relação que se estabelece entre a consciência que conhece e o mundo conhecido, ao ser humano é assegurada a capacidade de pensar, de construir a razão, de operar mentalmente, de abstrair e ao mesmo tempo provocar alterações do estilo de pensamento anteriormente constituído.

Afirma Piaget (1983, p. 216) que “o pensamento é a inteligência interiorizada e se apoiando não mais sobre a ação direta [pensamento concreto, imediato, sensível], mas sobre um simbolismo, sobre uma evocação simbólica pela linguagem, pelas imagens mentais [...]”.

Esta especificidade humana assegura ao homem a condição de pensar sobre o conhecimento anteriormente elaborado e disseminado pelo coletivo, de projetar sobre o futuro, de resolver problemas, de criar instrumentos e operá-los, de sonhar, de pensar sobre si mesmo. Portanto, torna-se capaz de criar situações e emoções, de simbolizar, de interpretar, de compreender e atribuir significados ao mundo.

O pensamento humano é a faculdade mental de elaborar conceitos e representações sobre as regularidades do mundo. Sendo assim, estas regularidades podem ser interpretadas sob várias perspectivas, ou seja, existem várias maneiras de olhar para o mundo e compreendê-lo. Uma delas é o próprio mito; outras formas de olhar o mundo constituem o senso comum, a ciência, a arte, a filosofia entre outras; todas permitem leituras diferenciadas desse mundo.

O pensamento científico, nestes termos, é apenas uma parte da atividade humana complexa, historicamente elaborada por coletivos, de compreender o mundo em todos os seus aspectos. Dessa forma, compreender o pensamento humano sob o modo científico, caracterizado por certa regularidade histórica no desenvolvimento desse pensamento, implica em estabelecer relações com o modo de pensar, de sentir e de agir de um coletivo de pensamento formado por aqueles que produzem ciência ou que dela compartilham.

Historicamente, o pensamento científico contribuiu para que o ser humano pudesse pensar sobre si e sobre o mundo, desenvolvendo conhecimentos, estabelecendo relações práticas para a sociedade. Entretanto, o modo de pensar a ciência e o fenômeno vida mudou sensivelmente conforme as culturas e o passar dos séculos.

Nestas condições, o pensamento científico encontra certa dependência em relação à época e ao contexto social. Para discutir sobre a interferência de fatores sociais, culturais e políticos para o desenvolvimento do pensamento científico, firma-se para esse referencial o pensamento epistemológico de Ludwik Fleck (1896 – 1961).

O ambiente envolve as palavras que alguém escuta, as visões que mudam diariamente com as pessoas em volta, os choques e impulsos da vida diária e a educação adquirida na escola, etc. Tudo cria e direciona a uma prontidão intelectual que contribui para o trabalho do pesquisador (FLECK apud PFUETZENREITER, 2003, p. 125).

De acordo com o pensamento de Fleck, a história da expansão do conhecimento científico somente poderá ser avaliada se forem consideradas as inter-relações das comunidades de pensamento nos diferentes períodos históricos.

Neste sentido, a investigação da gênese e desenvolvimento dos diversos estilos de pensamento assegura que, de um coletivo, seja possível elencar que estilo de pensamento está refletido no uso lingüístico de certas palavras e no uso de metáforas e de expressões, como, por exemplo, *cogito, ergo sum*, ou seja, *penso, logo existo*.

De acordo com Fleck (apud PFUETZENREITER, 2003, p. 125), “somente isto abre o caminho para o estudo do estilo de pensamento de uma dada época”. A utilização de expressões próprias por um coletivo de pensamento poderia fornecer mais um indício de como identificar um estilo de pensamento.

Ressalta-se a necessidade de olhar a ciência como uma prática produzida por atores humanos em situações históricas específicas. O ponto crítico se dá sobre as histórias científicas, sobre os mitos e as fábulas e sobre os gênios da ciência, não no sentido de depreciar o pensamento científico, mas no sentido de olhar para o histórico da ciência e poder vê-la como produto contingente, diversificado, por vezes problemático, de atores historicamente situados.

Compreender a história do pensamento científico é importante tanto para pesquisadores na área de Ciências Naturais quanto para professores de biologia. Aos professores, cabem questionamentos do tipo: (a) Que apreciação tem os professores sobre ciência e que ciência ensinam? (b) Que compreensão tem os professores da história da ciência? (c) Que ciência os professores ensinam aos seus alunos, ao ensinarem o conteúdo de biologia?

O pensamento científico não se limita à “paredes de laboratório”, à “jalecos brancos”, à “propagandas de TV afirmando a confiabilidade do produto

cientificamente comprovado”, mas atinge outras esferas que incluem diversidades de pressões, conflitos de interesses, questões éticas, entre outras.

Em específico às ciências biológicas, a pesquisa tem surgido por interesses de contextos econômicos e políticos, envolvendo questões, como por exemplo, de âmbito ambiental e da biologia molecular. Estes aspectos integram e reforçam o pensamento científico como atividade humana complexa, historicamente elaborada por coletivos, e da dependência e interferência dos contextos sociais, culturais e políticos.

Tal complexidade implica na necessidade de compreender a natureza da ciência e a representação do professor sobre a gênese e o desenvolvimento do fenômeno vida, presente na prática do professor de biologia e no reconhecimento de elementos essenciais para uma tomada de decisão.

Afinal, os professores podem compreender um coletivo de pensamento no qual precisam estar interagindo sobre o que é ciência, o que é a biologia e seu objeto de estudo, as bases epistemológicas da construção do pensamento científico, implicações éticas da pesquisa, relação ciência-tecnologia-sociedade, entre outras discussões, promovendo uma atividade reflexiva no processo contínuo de formação.

Neste referencial teórico, não se pretende apresentar a história da ciência à luz de uma diversidade de teorias sobre a ciência, como a partir das epistemologias de Gaston Bachelard (1884 – 1962), Jean Piaget (1896 – 1980), Karl Raimund Popper (1902 – 1994), Thomas Samuel Kuhn (1922 – 1996) ou Paul Karl Feyerabend (1924 – 1994), Michel Foucault (1926 – 1984), entre outros, diante da necessidade de uma abordagem significativa do pensamento científico, especificamente quanto aos estilos de pensamento biológico.

No entanto, ressalta-se a importância de cada um desses epistemólogos numa perspectiva mais pluralista, a qual se pretende na seqüência desses estudos que buscam na epistemologia de Ludwik Fleck a base teórica dessa estrutura.

A procura por elencar os estilos de pensamento de cada época se configura por apresentar outra leitura da história da ciência e seus contextos, indo

além do que expressa Irme Lakatos (1922 – 1974), que a filosofia da ciência sem história da ciência é vazia e a história da ciência sem a filosofia da ciência é cega.

Desta forma, desloca-se o pensamento científico da compreensão que se tem de uma retórica de resultados para uma atividade complexa, formada por idéias muitas vezes controversas. O professor George F. Kneller, da Universidade da Califórnia, começou o prefácio do seu livro *A ciência como atividade humana* (1980) afirmando que “a ciência sempre foi motivo de controvérsia”.

A ciência é histórica e marcada por uma sucessão de movimentos dentro desse movimento histórico. Sempre foi motivo de controvérsia por estar marcada por visões de intencionalidades. A natureza do pensamento humano e a concepção de ciência presentes nesses movimentos foram influenciados pela maneira do ser humano “olhar” à natureza, à sociedade e à si próprio, configurando, historicamente, o desenvolvimento do pensamento biológico sobre o fenômeno vida.

4. O ENSINO DE BIOLOGIA

Este tópico apresenta aspectos gerais sobre o ensino de biologia no Brasil e os modelos interpretativos sobre o fenômeno vida apresentados pelas Diretrizes Curriculares Estaduais de Biologia do Estado do Paraná (PARANÁ, 2006).

Aspectos de currículo e ensino de biologia no Brasil e no Paraná ...

Organizar os conhecimentos biológicos construídos ao longo da história da humanidade e adequá-los ao sistema de ensino requer compreensão dos contextos em que a disciplina de biologia é contemplada nos currículos escolares.

No Brasil, a primeira tentativa de organização de ensino, correspondente ao atual Ensino Médio, foi a criação do Colégio D. Pedro II, no Rio de Janeiro, em 1838, com poucas atividades didáticas às ciências como a história natural, química, física e a matemática, e com predomínio da formação humanista (PARANÁ, 2006).

Enquanto a ciência estava sendo entendida como busca da verdade com base nas verdades mecanicista, o ensino de biologia reforçava a sua tradição descritiva, cuja metodologia centrava-se em aulas expositivas, com adoção de livros didáticos importados da França (BARRA e LORENZ, 1986), os quais procuravam trazer informações atualizadas relativas à área. No ensino, também, adotava-se o método experimental como instrumento de reforço à teoria científica (KRASILCHIK, 2000).

Na década de 1930, com a criação dos cursos universitários de ciências naturais, os currículos escolares ampliaram a abordagem dos conhecimentos

biológicos, pois fatores sociais e econômicos passaram a ser considerados no currículo. Entretanto, a ênfase no conteúdo se manteve sob um ensino de natureza descritivo, livresco, teórico e memorístico (PARANÁ, 2006).

Na década de 1950, os alunos estudavam os vários grupos de organismos separadamente e as suas relações filogenéticas, e as aulas práticas tinham como meta ilustrar as aulas teóricas (BARRA e LORENZ, 1986). Destacase nesse período a incorporação de conteúdos científicos decorrentes do avanço da ciência e da tecnologia após a segunda guerra mundial (PARANÁ, 2006).

Com a criação do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (Ibccc), em 1946, materiais didáticos passaram a ser produzidos para o ensino de biologia (e das Ciências Naturais como um todo), cujo objetivo era “promover a melhoria da formação científica dos alunos que ingressariam no ensino superior e, assim, contribuir de forma significativa ao desenvolvimento nacional” (BARRA e LORENZ, 1986, p. 1971), pretendendo, deste modo, promover a melhoria da qualidade do ensino.

Na década de 1960, o BSCS (Biological Sciences Curriculum Study) produziu material curricular norte-americano para a disciplina de biologia. A coleção de cadernos – o azul, o verde e o amarelo – abrangiam os conteúdos celulares, bioquímicos, ecológicos e evolutivos cujo princípio era integrar estes conhecimentos (BARRA e LORENZ, 1986).

Esses materiais reforçaram a importância de trazer os conhecimentos atualizados da biologia com atenção especial à evolução. Por conta da influência do pensamento neodarwinista, uma, entre outras críticas que houve, foi a ênfase no ensino do método científico, quando a preocupação dominante era criar e manter uma elite intelectual científica e tecnológica (HOBBSAWM, 2006).

O manual do professor desse projeto destacava que tais conhecimentos atualizados poderiam

contribuir para dar ao aluno uma visão mais realista e inteligível da ciência. Poderá ajudar a modificar as idéias extraordinariamente irreais, fantásticas e antagônicas que, segundo vários estudos demonstram, muitas pessoas fazem da ciência e dos cientistas. Por isso, sempre que possível, a narrativa do inquirido, os exercícios e outros materiais descrevem a investigação em termos de pessoas, lugares e incidentes que nela estão envolvidos (PRETTO, 1995, p. 27).

Na realidade escolar brasileira, os procedimentos próprios do ensino de biologia ficaram reduzidos à transmissão de um único método científico, consistente no conjunto de passos perfeitamente definidos e aplicado de modo mecanicista, o qual ensinava o aluno a agir como cientista, sob uma visão positivista de ciência. Essa escola ainda estava voltada para atender os filhos da elite cultural brasileira, o que deu início ao deslocamento do foco da formação humanista para a científica.

Ainda na década de 1960, conforme Krasilchik (2000; 2004), três fatores provocaram alterações no ensino de ciências no Brasil:

- o progresso das pesquisas na área da biologia;
- a importância dada ao ensino das ciências como fator de desenvolvimento; e
- a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional n. 4024, de 2 de dezembro de 1961, que transferiu as decisões curriculares da administração federal para um sistema de cooperação entre a União, os Estados e Municípios.

A tradicional divisão em botânica e zoologia passou do estudo sistemático das diferenças dos seres vivos para a análise dos fenômenos comuns entre eles, incluindo assuntos sobre constituição molecular, ecologia, genética e evolução (BARRA e LORENZ, 1986).

Paralelamente, ainda na década de 1960, surgiram os Centros de Ciências, cuja iniciativa partiu de um grupo de professores da Universidade de São Paulo. Desde então, outros centros foram criados pelo Ministério da Educação, com a finalidade de melhorar o ensino das ciências. Inicialmente, esses centros treinaram professores, produziram e distribuíram textos didáticos e materiais de laboratório para as escolas de seus respectivos Estados (KRASILCHIK, 2000; PARANÁ, 2006).

Arroyo (1988) afirma que

No final da década de sessenta e início da década de setenta, fez-se uma crítica rígida ao saber transmitido no sistema escolar brasileiro. Tratava-se com desprezo o chamado saber tradicional, visto como livresco, humanista, metafísico, apropriado a uma república de bacharéis diletantes e improdutivos. Propunha-se um saber moderno, técnico-científico, útil, prático, capaz de formar profissionais e trabalhadores eficientes para uma sociedade produtiva (ARROYO, 1988, p. 5).

Na década de 1970, sob o impacto da revolução científico-técnica, as questões ambientais decorrentes da industrialização desencadearam uma nova concepção sobre o ensino de biologia, de modo que se passou a discutir as implicações sociais do desenvolvimento científico (KRASILCHIK, 2000).

Em meio à crise da década de 1980, começaram a surgir várias críticas às concepções que prevaleciam nos projetos inovadores para o ensino de biologia. O ponto central dessa revisão estava relacionado à idéia positivista à ciência e à metodologia científica usada pelo aluno. Os projetos tinham uma concepção empírico-indutivista para a biologia, cujo ensino a ela estava atrelado (PARANÁ, 2006).

Os conteúdos de biologia eram aprendidos com base na observação, a partir da qual poderiam ser explicados por raciocínios lógicos comprovados pela experimentação, que deveria garantir a descoberta de novos fatos, de forma que o ciclo se fechava: voltava-se à observação, depois ao raciocínio, depois à experimentação.

As mudanças no contexto histórico e político dos anos de 1990 favoreceram a crítica ao contexto educacional. As pesquisas sobre concepções alternativas e mudança conceitual ficam limitadas ao contexto acadêmico modificando pouco o ensino. De acordo com o pensamento de Moreira (1999), muito pouco do que se produz a partir da investigação sobre o ensino tem sido aproveitado na prática diária da sala de aula.

Ao final da década de 1980 e início dos anos 90, em virtude das críticas ao contexto educacional existente, no Estado do Paraná, a Secretaria de Estado da Educação propôs o Programa de Reestruturação do Ensino de 2.º Grau, sob o referencial teórico da pedagogia histórico-crítica. Esse novo programa analisava as relações entre escola, trabalho e cidadania.

Nesta perspectiva, o ensino de 2.º Grau deve propiciar aos alunos o domínio dos fundamentos das técnicas diversificadas, utilizados no processo de produção e não o mero adestramento de técnicas produtivas. Esta concepção está a exigir medidas a curto, médio e longo prazo, voltadas ao suprimento e apoio à Rede Estadual de Ensino, visando a propiciar meios para que ela cumpra suas funções e atinja plenamente seus objetivos, incluindo medidas de avaliação da atual política educacional, como também, das estratégias utilizadas para viabilização das práticas pedagógicas (PARANÁ, 1993, p. iv).

Para o ensino da disciplina, a proposta estabelecia seis temas que envolviam todos os campos de estudo da Biologia e algumas noções do desenvolvimento científico e tecnológico. O documento tinha por finalidade buscar uma alternativa metodológica para o ensino e, também, dar oportunidade aos professores e alunos de uma visão tão ampla quanto possível da Biologia.

Apesar da tentativa de superar o ensino tradicional e tecnicista com a pedagogia histórico-crítica, tal proposta apresentava os conteúdos ainda divididos por blocos tradicionais do livro didático, reunidos em temas geradores. A visão de totalidade caracterizava *conteudismo* dos conhecimentos da biologia.

Em 1998, foram promulgadas as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM – Resolução CNE/CEB 03/98), para normatizar a LDB 9394/96. O ensino passou a ser organizado por áreas de conhecimento, ficando a biologia disposta na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais enfatizaram o desenvolvimento de competências e habilidades, o que prejudicou uma abordagem mais aprofundada dos conteúdos. De forma aparente, o documento desenvolveu os conteúdos específicos de Biologia para compreensão do objeto de estudo da disciplina, mas direcionou o ensino para a abordagem de temas e desenvolvimento de projetos considerados necessários para a vida do aluno.

Os conhecimentos da biologia expressos nos Parâmetros Curriculares Nacionais apontaram como objeto de estudo da disciplina o fenômeno vida, em sua diversidade de manifestações; porém os conceitos básicos da biologia foram apresentados de forma reducionista, com ênfase nos resultados da ciência e omissão do seu processo de produção, sem abordagem histórica, permitindo uma

pedagogia de projetos para assuntos que não contemplavam o conjunto de conhecimentos historicamente construídos para a biologia (NARDI, 2002; BIZZO, 2004).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais de biologia apresentaram propostas inovadoras de avanços teóricos e metodológicos. Mas, na tentativa de romper as concepções teóricas anteriores, a reformulação curricular propiciou um retrocesso fortemente marcado pela concepção neoliberal, o que descaracterizou os conhecimentos historicamente constituídos e desvalorizou a teoria em prol do relativismo e da pedagogia das competências (PARANÁ, 2006).

Conforme a concepção notadamente neoliberal do PCN para o ensino de biologia, a proposta buscava a compreensão e a percepção da utilidade da ciência, caracterizada pelo paradigma de transversalidade, ou seja, pelo desenvolvimento da capacidade de raciocínio e uso da ciência como elemento de interpretação e intervenção (PARANÁ, 2006, p. 25).

De modo geral, os Parâmetros Curriculares Nacionais promoveram um esvaziamento dos conteúdos formais nas disciplinas, o que também ocorreu em biologia, com a presença de temas geradores e criação de subsistemas, em que valores, conhecimentos e capacidades, e até mesmo ciência, estariam continuamente em transformação, orientados por uma “sociedade aberta”¹⁸ (POPPER, 1987), controlada pela competência individual.

Entretanto, as mudanças ocorridas no cenário político nacional, e em especial no Estado do Paraná, apontaram novas perspectivas para a Educação Básica. Ao analisar a situação do ensino público em 2003, percebeu-se a descaracterização do objeto de estudo da disciplina de biologia e a necessidade de sua retomada. Cabe ressaltar que a importância desta abordagem histórica e filosófica da ciência está em conformidade com o atual contexto socioeconômico e político estabelecido pela concepção de ciência como construção humana (PARANÁ, 2006).

¹⁸ O conceito “sociedade aberta”, inscrito nesse parágrafo, parte do entendimento proposto por Popper na sua obra *A sociedade aberta e seus inimigos*. Popper descreve relações sociais em que prevalece o desenvolvimento de competências individuais, em detrimento dos interesses coletivos. Sob uma concepção de educação individualista, pouco acesso se promoveu a conhecimentos formadores de cidadania para o conjunto da sociedade.

Percebe-se que a fundamentação teórica sobre a construção do pensamento biológico contida nas Diretrizes Curriculares Estaduais de Biologia contribui para identificação dos marcos conceituais da construção do pensamento biológico no currículo de biologia no ensino médio. Estes marcos foram adotados como critérios para escolha dos chamados Conteúdos Estruturantes e dos Encaminhamentos Metodológicos.

Entende-se por Conteúdos Estruturantes “os saberes, conhecimentos de grande amplitude, que identificam e organizam os campos de estudo de uma disciplina escolar, considerados fundamentais para a compreensão de seu objeto de estudo e ensino e, quando for o caso, de suas áreas de estudo” (PARANÁ, 2006, p. 32).

Com base nos pensamentos biológicos que predominaram historicamente na forma de interpretar e compreender o fenômeno vida, os conteúdos estruturantes foram assim definidos (PARANÁ, 2006): (1) Organização dos Seres Vivos (pensamento biológico descritivo), (2) Mecanismos Biológicos (pensamento biológico mecanicista), (3) Biodiversidade (pensamento biológico evolutivo, e (4) Implicações dos Avanços Biológicos (pensamento biológico da manipulação genética).

Tal reorganização dos conteúdos privilegiou a abordagem histórica da construção do pensamento biológico e, por conseguinte, a construção dos conhecimentos biológicos.

Uma das orientações dadas pelas Diretrizes Curriculares Estaduais de Biologia, com relação à abordagem desses conteúdos estruturantes pelo professor, refere-se a uma abordagem integrada, “com ênfase aos aspectos essenciais do objeto de estudo da disciplina. Tais relações deverão ser desenvolvidas ao longo do Ensino Médio, num aprofundamento conceitual e reflexivo, com vistas a dotar o aluno das significações dos conteúdos em sua formação neste nível de ensino” (PARANÁ, 2006, p. 33).

E mais,

Nestas Diretrizes Curriculares valoriza-se a construção histórica dos conhecimentos biológicos articulados à cultura científica, socialmente valorizada. A formação do sujeito crítico, reflexivo e analítico, portanto,

consolida-se por meio de um trabalho em que o professor reconhece a necessidade de superar concepções pedagógicas anteriores, ao mesmo tempo em que compartilha com os alunos a afirmação e a produção de saberes científicos a favor da compreensão do fenômeno VIDA (PARANÁ, 2006, p. 31).

As Diretrizes Curriculares Estaduais de Biologia e os pensamentos biológicos ...

Diante das mudanças ocorridas no cenário político do Estado do Paraná a partir do ano de 2003, novas perspectivas foram apontadas para a educação básica. A nova opção curricular por uma matriz centrada na disciplina de referência (LOPES e MACEDO, 2002) em oposição ao modelo aplicado pelo governo anterior, com uma matriz curricular centrada nas competências e habilidades.

A perspectiva de superação ao modelo anterior privilegiou um ensino voltado à ciência de referência da disciplina em questão, com o objetivo de superação à descaracterização do objeto de estudo, neste caso específico, da disciplina de biologia, necessitando de sua retomada. Tal retomada se justifica pelo fato de que no modelo anterior, os conhecimentos específicos de biologia eram vistos como elementos de informação, com abordagem superficial e temática, procurando o desenvolvimento unicamente do raciocínio (PARANÁ, 2006).

Para a caracterização do objeto de estudo da biologia, considerou-se a concepção histórica da ciência, articulada com os princípios da filosofia da ciência. Ao abordar a trajetória histórica da biologia, deu-se conta de que o objeto de estudo disciplinar sempre esteve pautado no fenômeno vida, entendido até o século XVIII como estudo dos seres vivos.

O pensamento científico sempre esteve sujeito à construção coletiva (FLECK, 1986), a interferências, determinações, tendências e transformações da sociedade, aos valores e ideologias, às necessidades materiais do homem em cada momento histórico (KNELLER, 1980). Ao mesmo tempo em que as variantes do contexto interferem na ciência, sofrem interferências do pensamento científico (ARAÚJO, 2002; ANDERY et al., 1998).

Segundo Kneller (1980),

a Ciência é intrinsecamente histórica. Não só o conhecimento científico, mas também as técnicas pelas quais ele é produzido, as tradições de pesquisa que o produzem e as instituições que as apóiam, tudo isso muda em resposta a desenvolvimentos nelas e no mundo social e cultural a que pertencem. Se quisermos entender o que a Ciência realmente é, devemos considerá-la em primeiro lugar e acima de tudo como uma sucessão de movimentos dentro do movimento mais amplo da própria civilização (KNELLER, 1980, p. 13).

Ao longo da história da humanidade, estilos de pensamento biológico foram elaborados sobre o fenômeno vida na tentativa de entendê-lo, compreendê-lo, explicá-lo e dominá-lo.

Para compreender os pensamentos que contribuíram na construção das diferentes concepções sobre o fenômeno VIDA e suas implicações para o ensino, buscou-se na História da Ciência os contextos históricos nos quais pressões religiosas, econômicas, políticas e sociais que impulsionaram mudanças conceituais no modo como o homem passou a compreender a natureza (PARANÁ, 2006, p. 15).

As Diretrizes Curriculares Estaduais de Biologia estabelecem relações entre o fenômeno vida e a história e a filosofia da ciência. Tais relações não mostraram cronologicamente as concepções de ciência e a influência para a constituição dos pensamentos biológicos, porém tais concepções de ciência determinaram a forma de pensar o fenômeno vida.

Apesar das tentativas de definir o fenômeno vida desde a Antiguidade grega, a consolidação do pensamento biológico ocorreu no século XVIII, a partir da sistematização das idéias pelo naturalista Carl von Linné [Lineu] (1707 – 1778) em sua obra *Systema naturae*¹⁹ (1735), caracterizando o pensamento biológico descritivo com base nas relevantes contribuições dos pensadores gregos, da visão teocêntrica medieval e o fortalecimento da filosofia natural.

¹⁹ Sistema natural [tradução nossa].

Esse movimento da Ciência compreendeu um período de abandono de idéias antigas e preferência por novos modelos. Limitada pelo pensamento teológico, a filosofia natural apresentava resposta intuitiva, mágica, voltada à descrição da natureza imutável e às ações do homem sob a graça divina (PARANÁ, 2006, p. 16).

Mesmo com as mudanças na forma de pensar a ciência, ocorridas desde o século XV, como a tentativa de mecanização da natureza e o desenvolvimento do método cartesiano, o fenômeno vida era visto como expressão da natureza contemplativa e o objetivo maior estava na organização dos seres vivos a partir de características estruturais, anatômicas e comportamentais, “mantendo a visão de mundo estático idêntico em sua essência à criação perfeita do Criador” (FUTUYMA apud PARANÁ, 2006, p. 17).

Em meio a tentativa de explicar a natureza de forma descritiva, no contexto do pensamento filosófico discutia-se o desenvolvimento de um método científico que pudesse auxiliar o homem na compreensão de tal fenômeno. Muitos contribuíram com a proposição desta nova forma de pensar a ciência, interferindo na compreensão do fenômeno vida, enquanto classificação dos seres vivos.

A evidência do método indutivo como forma de investigação, controle e sistematização, permitiu que o médico Willian Harvey (1578 – 1657) organizasse no começo do século XVI, proposições que pudessem contribuir para uma nova forma de pensar o fenômeno vida, por meio do pensamento biológico mecanicista.

O modelo de circulação do sangue proposto por Harvey foi acolhido por Descartes (1596 – 1650) como sendo um dos elementos mais consistentes para explicar a natureza mecânica desse fenômeno. Por aproximadamente 300 anos, as formas descritiva e mecanicista de pensar o fenômeno vida conviveram como formas distintas de compreender os seres vivos no contexto natural.

O pensamento biológico mecanicista ganhou adeptos e o fortalecimento das proposições aconteceu também com os questionamentos sobre a origem da vida, por conta das idéias sobre a biogênese e o aperfeiçoamento do microscópio.

Sob a influência do pensamento positivista e a exigência das ciências experimentais no final do século XVIII, o pensamento biológico mecanicista contribuiu para “o fracionamento dos organismos vivos em partes cada vez mais especializadas e menores procurando compreender as relações de causa e efeito no funcionamento de cada uma de suas partes” (PARANÁ, 2006, p. 5).

Com os movimentos de pensamento e as mudanças nos contextos sociais, políticos e econômicos, ocorridas no final do século XVIII e início do século XIX, ocorreram contribuições para a sistematização e consolidação do pensamento biológico evolutivo.

Tal pensamento tem as primeiras discussões, principalmente sobre as idéias transformistas, num confronto direto entre a mutabilidade da vida e as idéias criacionistas e teológicas, estas dominantes sobre o pensamento humano até o final do século XIX.

Para a consolidação desta nova forma de compreender o fenômeno vida, por meio do pensamento biológico evolutivo, Charles Darwin (1809 – 1882) se utilizou de idéias disseminadas desde o início do século XVIII, apresentadas inicialmente por Erasmus Darwin (1731 – 1802), Jean-Baptiste de Lamarck (1744 – 1829) e outros. Charles Darwin também se utilizou de evidências evolutivas, as quais foram consideradas provas em condições de sustentar tal pensamento.

Quando se afirmou que todos os seres vivos atuais e do passado tiveram origem evolutiva e que o principal agente de modificação seria a ação da seleção natural sobre a ação individual, criou-se a base para a Teoria da evolução das espécies, assentada no ponto de intersecção entre o pensamento científico e filosófico. A idéia de propor generalizações teóricas sobre os seres vivos e sugerir evidências científicas, não mais teológicas, permitiram pensar também na mobilidade social do homem (PARANÁ, 2006, p. 19).

As diferentes formas de pensar o fenômeno vida contribuíram para a formação de diferentes coletivos de pensadores e defensores de tais proposições. Não obstante, apesar do menor ou maior grau de influência dos pensamentos filosófico e teológico, não se pode deixar de afirmar que o fenômeno vida, até o início do século XX, passou a ser compreendido sob o ponto de vista humano,

num contexto em que as ocorrências desse fenômeno se caracterizavam como expressões da natureza, com causa e efeito dela sobre ela mesma.

Com a certeza do controle da natureza sob o domínio da atividade humana, os avanços da ciência, principalmente da genética, e da aplicabilidade do conhecimento biológico como um todo, o determinismo genético tido como fator diferencial na compreensão do fenômeno vida perde espaço para a possibilidade de controle desse material genético pelo próprio ser humano e não mais pelo processo natural, como se pensava até então.

A possibilidade de controle e domínio do material genético pelo ser humano permitiu uma nova forma de compreensão do fenômeno vida, considerando o mesmo a partir do pensamento biológico da manipulação genética, marcando a necessidade e condição de se compreender as estruturas físico-químicas dos seres vivos e as conseqüentes alterações biológicas resultantes dessa manipulação.

Pontos de reflexão ...

Os pensamentos biológicos apresentados pelas Diretrizes Curriculares Estaduais de Biologia representam os movimentos históricos que propiciaram a construção do pensamento biológico. Certamente, no desenvolvimento do pensamento biológico, as concepções de ciência influenciaram na forma de pensar o fenômeno vida.

Entretanto, tal construção ocorreu a partir de movimentos não-lineares, com mudanças e transformações de estilos de pensamento a partir da constituição dos diferentes coletivos de pensamento, de questionamentos conflitantes, de proposições de novas idéias a partir de proto-idéias disseminadas desde o tempo egípcio.

Historicamente, na formação inicial e continuada dos professores, não se tem privilegiado a história e a filosofia da ciência como meio para estruturar as diferentes formas de pensar o objeto de estudo da biologia. O ensino formal dessa ciência se resume, basicamente, ora para o ensino do método científico,

ora para a transmissão direta de conceitos que simplificam em poucas linhas toda uma história de construção coletiva dos fatos científicos.

Tanto em uma quanto em outra forma de ensinar os conhecimentos da biologia, implicitamente encontra-se uma concepção de ciência predominante no momento histórico em questão. Tomamos como exemplo a década de 60, com a implantação do modelo BSCS com base na concepção de ciência fundamentada no empirismo lógico (PRETTO, 1995).

A questão principal é que, no momento histórico atual, com base na ciência entendida como atividade humana (KNELLER, 1980), precisam-se estabelecer condições para um ensino dos conhecimentos biológicos voltados para a construção do pensamento biológico, fundamentado na história e na filosofia da ciência (MARTINS, R. A., 1990b; CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2001; SILVA, C. C., 2002) e na gênese e no desenvolvimento dos fatos científicos (FLECK, 1986).

Também, para se pensar no ensino de conhecimentos biológicos construídos historicamente por coletivos de pensadores científicos, parte-se do pressuposto que para compreender o fenômeno vida em toda sua complexidade de relações, implica pensar em uma ciência em transformação, cuja provisoriedade assegura a reavaliação dos seus resultados, possibilitando repensar tais mudanças em cada momento histórico, social, político, econômico e cultural (ALQUINI et al., 2002).

Pensando no processo contínuo de formação de professores, aos mesmos cabe a reflexão de que os conhecimentos biológicos mediados para o âmbito escolar não podem demonstrar um caráter a-histórico e enciclopédico, nem mesmo que seja abandonado toda a gama de conhecimentos científicos que asseguram o entendimento sobre determinado do fato científico e sobre o objeto de estudo da biologia.

Como argumenta Alquini et al. (2002, p. 178),

tradicionalmente, o ensino de Biologia ministrado em nossas escolas é apresentado como matéria descritiva, com ênfase em definições resumidas, as quais são normalmente retiradas de livros didáticos, que empregam termos técnicos e apresentam classificações fundadas nas nomenclaturas. Geralmente o conhecimento científico se restringe a um conjunto de dados isolados e estanques (ALQUINI et al., 2002, p. 178).

Uma das possibilidades de superação deste tipo de ensino se dá por superação do “saber a ciência” para o “compreender a ciência” (FREIRE-MAIA, 2000). Para tal, precisa-se compreender o processo histórico e filosófico da ciência, o objeto de estudo da biologia, a gênese e o desenvolvimento dos fatos científicos, todos sob a perspectiva da ciência como atividade humana, construída por coletivos de pensadores.

5. FENÔMENO VIDA: DIFERENTES CONTEXTOS, DIFERENTES PENSAMENTOS

Este capítulo apresenta os estilos de pensamento biológico que historicamente predominaram no modo de interpretar e compreender o fenômeno vida, objeto de estudo da biologia.

Considerações sobre o pensamento biológico descritivo

O pensamento biológico descritivo se caracteriza pela tentativa dos naturalistas em descrever as características dos seres vivos e assim, a possibilidade de organizá-los em grupos (PARANÁ, 2006). Pensar em descrição não remete somente a tentativa de organização dos seres vivos a partir de características estruturais, anatômicas e comportamentais, mas também de toda a expressão da natureza imutável, fixista e contemplativa.

Mesmo este pensamento tendo sido disseminado, estendido até o tempo histórico de Lineu, no século XVIII, muitas foram as ações descritivas de identificação realizadas por civilizações anteriores aos gregos, sob influência do mito. A instauração do estilo de pensamento biológico descritivo entre os pensadores gregos, se estende por toda Idade Média e Renascimento e permanece até os séculos XVI e XVII, quando passa a sofrer interferências por conta do surgimento de complicações e fragilidades, novas necessidades e relações sociais, culturais, econômicas e políticas.

[...] pontos de vista tradicional cederam lugar ante o desenvolvimento da ciência empírica. Conceitos consagrados, tais como a posição central da Terra no universo foram desafiados. Newton, Descartes e outros desenvolveram teorias estritamente mecanicistas dos fenômenos físicos. Ao final do século

XVIII, o conceito de mundo mutável foi aplicado à astronomia por Kant e Laplace, que desenvolveram noções sobre evolução estelar; a geologia, quando vieram à luz evidências de mudanças na crosta terrestre e da extinção de espécies; aos assuntos humanos, quando o Iluminismo introduziu ideais de progresso e aperfeiçoamento humanos (FUTUYMA, 2002, p. 3).

No contexto do pensamento biológico descritivo, o fenômeno vida precisa ser visto sob a perspectiva da história naturalista, como descrição e identificação dos seres vivos, onde a atenção maior restringia-se ao conhecimento sobre os seres vivos da escala natural e a forma de organização destes, baseada em critérios influenciados por idéias de uma natureza estática e imutável e por questões de natureza teológica.

5.1. O ESTILO DE PENSAMENTO BIOLÓGICO DESCRITIVO

A vida do filósofo esclepiano ...

Aristóteles (384 – 322 a.C.) foi um filósofo grego que nasceu na cidade de Estagira, localizada na Grécia. Costumeiramente chamado de Aristóteles de Estagira, era filho de Nicômaco, médico pessoal do então rei Amintas II, e este, avô de Alexandre Magno, conhecido pela história dos heróis como Alexandre, o Grande. Aristóteles, ainda jovem, teria sido educado entre os médicos esclepianos, adeptos de Esclépio, deus romano da medicina e da cura (REALE e ANTISERI, 2004).

Aos dezoito anos, com a morte de seu pai, mudou-se para Atenas, centro de referência em atividades artísticas e intelectuais, optando-se por ingressar na Academia de Platão onde permaneceu por aproximadamente 20 anos. Naquela época, duas grandes instituições se destacavam como importantes nas decisões dos futuros jovens gregos: a escola de Isócrates, que visava a preparar o aluno para a vida política, e Platão e sua Academia, com preferência ao pensamento idealista como fundamento da realidade (PADOVANI e CASTAGNOLA, 1978).

Durante sua permanência na Academia, teve a oportunidade de estudar os filósofos pré-platônicos e conhecer com afinco as idéias de Platão. Inicialmente, somente um aluno de Platão, posteriormente, “o discípulo infiel ao mestre, criticando, em sua obra, alguns de seus temas (como a teoria das idéias)” (RUSS, 1994, p. 319).

Nesse período, estudou, juntamente com outros pensadores de sua época, escritos deixados por pensadores anteriores ao seu tempo e que contribuíram para a construção do estilo de pensamento biológico descritivo. Certamente, seus interesses pela área médica e pela história natural dos seres vivos tiveram influência também de seu pai.

Aristóteles conseguiu reunir e sistematizar diversos pensamentos, a partir de muitos estudos. Após a morte de Platão, se mudou para Assos, na Ásia Menor, com outros alunos da Academia, dentre eles Xenócrates (396 – 314 a.C. aprox.). Juntos formaram um novo grupo de pensadores com ajuda de Hércias de Atherneus, outro ex-aluno da Academia (PADOVANI e CASTAGNOLA, 1978).

Após a morte de Hércias, Aristóteles partiu com mulher e filhos para a ilha grega de Lesbos, onde se tornou amigo do naturalista Teofrasto (371 – 287 a.C. aprox.), com quem descreveu a anatomia de organismos marinhos e também de animais terrestres e pássaros. Ressalta-se que para ele o mais importante era descrever anatomicamente os seres vivos ou suas partes, enquanto a descrição de funcionalidade de cada órgão estava a cargo de induções do pensamento. Indutivamente acreditava, por exemplo, que a função do cérebro era resfriar o sangue e que o coração era o centro das sensações e da consciência (RONAN, 1997).

No ano de 336 a.C., Aristóteles fundou o Liceu de Atenas, próximo ao Templo de Apolo Líceo, daí o nome dado à escola. No Liceu, ensinavam tanto ao ar livre, como também no centro de pesquisa. Em suas lições privilegiava os conhecimentos sobre os fenômenos naturais, utilizando-se de exemplares da fauna e flora das regiões conquistadas por Alexandre e seus soldados.

Junto a eles, permaneceu Teofrasto e outros pensadores da época. Teofrasto foi um dos responsáveis pela disseminação dos conhecimentos sobre as plantas até então sistematizados.

No Liceu organizou uma escola dotada de representação de animais em movimento para algumas demonstrações, uma biblioteca, um laboratório e um museu de animais e plantas naturais de diversas regiões. O Liceu recebeu inestimável auxílio financeiro do ex-discípulo de Aristóteles, o rei Alexandre Magno (CHASSOT, 2005, p. 52).

Com relação ao aspecto *caráter* em Aristóteles, considera-se um homem inteiramente recolhido na elaboração crítica do seu sistema filosófico, sem se deixar influenciar muito por questões práticas e sentimentais, tendo muito menos a revelar do que em torno do caráter de Platão, que, ao contrário, os motivos políticos, éticos, estéticos e míticos tiveram grande influência (PADOVANI e CASTAGNOLA, 1978).

Aristóteles foi essencialmente um homem de cultura, isolando-se da vida prática, social e política, para se dedicar à investigação empírica da natureza. A atividade literária de Aristóteles foi vasta e intensa, como a sua cultura, estudo, pesquisas e o pensamento.

Segundo Franca (1990), Aristóteles assimilou conhecimentos anteriores e acrescentou o trabalho próprio, fruto de muita observação e de profundas meditações. Na sua caminhada intelectual, não teria faltado nenhum dos dotes e requisitos que constituem o verdadeiro filósofo: profundidade e firmeza de inteligência, agudeza de penetração, vigor de raciocínio, poder admirável de síntese, faculdade de criação e invenção, aliados a uma vasta erudição histórica e universalidade de conhecimentos sobre a natureza.

A circulação de idéias ...

O filósofo esclepiano e estagirita explorou o mundo do pensamento em todas as suas direções. No Liceu, Aristóteles teve a oportunidade de concentrar seus estudos em obras destinadas aos pensadores do próprio Liceu e obras ao público em geral. O conjunto de escritos filosóficos ficou conhecido como *Corpus aristotelicum*, tendo como parte integrante, o *Parva naturalia*, onde se

concentraram estudos voltados à história natural e conhecimentos sobre as estruturas anatômicas.

Dentre as suas obras, as mais importantes para os estudos de identificação e organização dos seres vivos são *De historia animalium*, contendo princípios para essa classificação, e *De parbius animalium*, contendo estudos realizados sobre a fisiologia e a morfologia desses seres vivos. Nos seus estudos, Aristóteles apresentou uma vasta classificação dos animais, valorizou comparações e estabeleceu critérios para tal organização (RONAN, 1997). Para Aristóteles, a classificação biológica representa a harmonia da natureza, “na medida em que ela era expressa na *scala naturae*” (MAYR, 1998, p. 177, grifo do autor).

Como critérios, Aristóteles estabeleceu a maneira de viver dos seres vivos, principalmente de acordo com os tipos de reprodução e suas partes anatômicas, meios em que se moviam, seus costumes, princípios esses fundamentais para que pudesse organizar e categorizar os animais em portadores de sangue quente e sangue frio, outros sem sangue, portadores de pneuma²⁰ (MARTINS, 1990a).

Tal estilo de classificação permitiu que Aristóteles ampliasse o entendimento sobre os seres vivos, com base em critérios mais racionais, em contrapartida ao que se conhecia de civilizações anteriores aos gregos, onde os filósofos naturalistas utilizavam um agrupamento com base na praticidade desses seres.

Aristóteles aplicou o mesmo método lógico elaborado para a física. Com este método, procedeu de forma a classificar os animais em grupos a partir da observação. Segundo Mayr (1998), tomando como base as idéias de Aristóteles registradas na obra *De parbius animalium*,

O caminho certo consiste no esforço de encarar os animais de acordo com os seus grupos, seguindo o paradigma da estrutura humana, que se caracteriza por diferenças múltiplas, e não por meio da dicotomia [...]. É pela semelhança da configuração das suas partes, ou de todo o seu corpo, que os grupos se distinguem um dos outros (MAYR, 1998, p. 179).

²⁰ Considerado como sopro vital, “matéria divina” e que constituía a vida animal.

Por meio de observações, Aristóteles agrupou os animais em os de sangue quente e frio. Os de sangue quente, considerados os mais perfeitos, possuem mais o atributo de calor e nesta perfeição dos animais está a hierarquia baseada nos modos de reprodução: os mais perfeitos compreendiam os vivíparos, depois os ovovivíparos e os ovíparos. Estes últimos distinguidos em dois: os ovos perfeitos e os imperfeitos, estes por conta da metamorfose. Os animais mais inferiores são os que se assemelham a plantas (MARTINS, 1990a).

Utilizando-se primeiramente os tipos de reprodução para a classificação dos animais, seguiu para outras diferenciações. Como de tradição grega, os estudos anatômicos contribuíram para compreender funções das partes do corpo. Descreveu partes minuciosas existentes em mamíferos, peixes e insetos (MARTINS, 1990a).

Aristóteles procedia ao reconhecimento de certos grupos, antes de ilustrar as suas teorias fisiológicas e de estar habilitado a organizar informações sobre reprodução, ciclo vital (graus de perfeição da prole), e habitat (ar, terra, água). Para atingir os seus objetivos, era então perfeitamente legítimo separar os cetáceos aquáticos dos mamíferos terrestres, e os cefalópodes delicados, nadadores livres, dos moluscos marinhos e terrestres, de concha dura. No seu conjunto, a despeito de algumas combinações incongruentes, e de alguns resíduos não classificados, os taxa superiores dos animais, em Aristóteles, eram nitidamente superiores aos de Lineu, cujo interesse primordial eram as plantas (MAYR, 1998, p. 180).

Na obra *De generatione animalium*, teceu explicações a respeito da participação da mulher no processo de geração de uma nova vida. A mulher tem o ventre fecundo para receber a semente masculina, dotada de todas as características que teria o novo ser. Este pensamento se sustentou até o final da Idade Média. Com relação aos outros seres vivos, as explicações se sustentaram na abiogênese, descritas na obra *De origine animalium*, permanecendo até o século XVII quando a abiogênese começou a sofrer complicações mais consistentes (MARTINS, 1990a).

Certamente, o estilo de pensamento com base nas idéias instauradas por Aristóteles teve uma ampla disseminação, de certa forma incontrolável, por ter ensinado juntamente com outros pensadores e com grande reputação, mais de 2000 alunos no Liceu (PADOVANI e CASTAGNOLA, 1978). Com o pensamento

de Aristóteles e demais filósofos remanescentes da Academia de Platão, percebe-se uma nova concepção do conhecimento com base nos apontamentos deixados por eles nas suas extensas obras.

Considerando que o estilo de pensamento comporta uma visão de mundo, um corpo de conhecimentos que se caracteriza por uma linguagem própria, com um sistema fechado de crenças, particularmente em relação aos seres vivos constitui-se uma forma própria de pensar, onde se acham agregados elementos de vários coletivos de pensamento.

Sobre a origem e a classificação dos seres vivos, no estilo de pensamento biológico descritivo encontram-se elementos de outros estilos de pensamento, como, por exemplo, das influências deixadas pelo filósofo pré-socrático Anaximandro (610 a.C. – 546 a.C. aprox.). Na concepção que Anaximandro tinha do mundo natural, com base em alguns fósseis encontrados, especulava que as espécies animais saíram do mar em épocas remotas. O ser humano estaria preso dentro de animais similares aos peixes, onde se desenvolviam e donde foram expulsos logo que se tornaram de tamanho e condições suficientes para sustentar-se a si mesmos (MARTINS, 1990a).

Anaximandro escreveu em seu poema *Sobre a natureza*, que os seres vivos surgiam do barro, da lama, com a ação do Sol. Primeiro surgiram animais e plantas, e tempos depois os seres humanos, que inicialmente tinham a forma de um peixe, gerando seu filho fora do corpo atado a um cordão, lembrando o que ocorre no parto humano. Mais tarde, os que vieram a ser humanos perderam sua pele escamosa e foram habitar a terra firme (RONAN, 1997).

Nestes termos, Anaximandro tinha uma concepção primária de transformação, provavelmente herdada de mitos populares que diziam que os diferentes povos nasciam do próprio solo em que viviam. Tal idéia de “barro” remete ao pensamento atomista de formação a partir da condição de movimento, dada por uma força natural aos elementos da natureza.

Estes e outros conhecimentos construídos historicamente pela atividade humana serviram de suporte para que Aristóteles pudesse sustentar o seu pensamento em bases sólidas, permitindo expressar seu entendimento sobre os seres vivos, utilizando-se da descrição de suas especialidades. Mesmo em um

contexto onde outros entendimentos sobre os seres vivos se arrolavam por conta de aspectos culturais, os entendimentos deixados por Aristóteles representaram um avanço na tentativa do ser humano compreender o fenômeno vida por meio da descrição dos seres vivos.

Quanto ao vivente (cujo estudo se vincula, para Aristóteles, à Física), compete a uma explicação vitalista e não mecanicista. É um princípio vital e uma alma que nos fornecem aqui uma chave de explicação. É preciso ainda entender corretamente a significação da palavra alma; a alma é a forma de um corpo organizado, a faculdade que anima um organismo. Assim não se pode defini-la independentemente do corpo. Com efeito, ela está ligada ao organismo e à vida, isto é, ao fato de nutrir-se, crescer e perecer por si mesma (RUSS, 1994, p. 320).

Em Aristóteles, constitui-se um estilo de pensamento biológico que apresenta elementos importantes e que passavam a compor, servindo de base estrutural, outros pensamentos no correr da história da ciência.

Marcadamente para a biologia, os estudos de Aristóteles contribuíram com a classificação dos seres vivos, configurando o estilo de pensamento biológico descritivo; estudos sobre as partes anatômicas, configurando também o mesmo estilo de pensamento, porém aos poucos passaram a fazer parte de estudos voltados a relação causa-efeito, configurando anos mais tarde e com outros pensadores, o estilo de pensamento biológico mecanicista; e estudos sobre a origem e geração dos seres vivos, formando as bases que sustentaram a abiogênese por longos séculos.

A instauração e a extensão ...

Aristóteles retoma a questão do conhecimento e traz a episteme como verdadeiro conhecimento, preocupado em compreender as causas dos fenômenos da natureza. Afasta do idealismo mítico e metafísico e manifesta grande rigor na elaboração do pensamento racional, investigativo, e ao se expressar, sempre usava de boa exposição, breve e de forma clara, ordenada e com perfeição das terminologias (PADOVANI e CASTAGNOLA, 1978).

De acordo com o pensamento de Aristóteles, todo o conhecimento começa pelos sentidos (empírico). Percebem-se os fatos particulares e conhece o mundo natural por meio dos sentidos, e pela razão, criam-se conceitos sobre a essência das coisas. Neste contexto, o mundo é dotado de plena realidade material e o pensamento humano racional valoriza as informações fornecidas pelos sentidos.

Aristóteles contribuiu para o desvio da predominância do pensamento que possibilitava responder idealisticamente “como” acontecem os fenômenos, para a procura e descrição das causas dos fenômenos. Nas argumentações de Aristóteles sobre a episteme, o conhecimento inteligível acontece de forma a produzir teorias na busca das regularidades presentes nas causas (REALE e ANTISERI, 2004).

Nestes termos, o princípio científico em Aristóteles é estritamente filosófico (filosofia natural), centrado no sujeito e na argumentação com base nos princípios resultantes do movimento e da passagem da potência (a razão de ser) para o ato (a constituição da razão de ser). Tipicamente teleológica²¹, essa concepção é resultante do movimento de “realizar a perfeição que tem em potência, a atingir a forma que lhe é própria e o fim a que se destina” (ARANHA e MARTINS, 2003, p. 140).

Na concepção defendida por Aristóteles, entende-se que, por exemplo, a semente tende a se transformar em árvore e que as raízes das plantas adentram no solo para nutrir a planta, como se a planta estivesse programada para fazer isso. A concepção teleológica somente é criticada no século XVII, com a concepção de ciência moderna européia.

No século XX, as idéias teleológicas passavam a ser questionadas pelas idéias que estavam sendo formuladas sobre o determinismo genético, presente na programação genética, isto é, o tipo de pensamento finalista recorrente as causas finais por idéias voltadas à orientação para o futuro, como pôr em prática um programa (RUSS, 1994). Noutros termos, apesar das críticas e transformações ocorridas ao pensamento teleológico, mantém-se as bases da

²¹ Significa o que tem finalidade. Considera o mundo como um sistema de relações entre meios e fins. Relacionar um fato com sua causa final (adaptado de FERREIRA, 2004, p. 628).

essencialidade na transformação, de uma geração para outra, do conteúdo invariante característico do ser (RUSS, 1994).

Pode-se afirmar que o estilo de pensamento biológico descritivo tornou-se um estilo predominante no modo de pensar sobre o fenômeno vida por conta desses elementos apresentados até o momento neste trabalho, formando um sistema de idéias que passou a ser compartilhado por outros de sua época, constituindo-se, assim, um coletivo de pensamento.

O estilo de pensamento biológico descritivo ganhou adeptos na história da ciência, visto que resistiu ao período de fortalecimento da Igreja, cedendo-se a esta, e se estendeu por toda Idade Média e Renascimento, permanecendo até os séculos XVI e XVII quando passou a sofrer interferências do momento histórico, por conta do surgimento de complicações, fragilidades e novas necessidades e relações sociais, econômicas e políticas.

Depois de Aristóteles, segundo Mayr (1998) duas tradições continuaram no sentido de fortalecer o pensamento biológico descritivo: a história natural, com a descrição e a classificação dos seres vivos, e a biomédica, com a descrição anatômica das partes do corpo humano. Para o pensamento biológico descritivo, torna-se mais significativo, para a seqüência deste trabalho, a abordagem sobre os elementos voltados à identificação e organização dos seres vivos e a influência do estilo de pensamento descritivo até o século XVII, ficando as questões anatômicas para serem tratadas no momento de abordagem do pensamento biológico mecanicista.

A continuidade do trabalho de Aristóteles foi dada por Theofrasto (372 a.C. - 287 a.C.), com quem conviveu por um longo período e ficou responsável pelo Liceu após a sua morte. Theofrasto manteve amplo conhecimento sobre a sistemática das plantas, classificadas conforme o uso, principalmente medicinal, e formas de cultivo, quando conheceu Aristóteles em Lesbos e com quem conviveu na Academia de Platão. Ao ser designado por Aristóteles para a sucessão no Liceu, elaborou seus escritos diferindo-se pouco do tratamento dado por Aristóteles em alguns temas. Em sua obra *Inquirição sobre as plantas*, importantes contribuições foram deixadas por Theofrasto e que

constituem na forma de crescimento (árvores, arbustos, subarbustos e ervas) da planta como critério principal de classificação (MAYR, 1998).

Seus escritos mais importantes e que representam a presença do estilo de pensamento biológico descritivo, foram registrados em dois tratados voltados às plantas: *Historia plantarum*, sobre a história das plantas, e *De causis plantarum*, sobre as causas das plantas (EB, 2007).

Em meio a este contexto histórico, a partir de 334 a.C., Alexandre Magno (356 – 323 a.C.) e seus soldados conquistaram amplamente as regiões antes pertencentes aos persas, fenícios, egípcios e indianos. Conta a história que Alexandre morreu de malária em 323 a.C. e após a sua morte, o império constituído por ele sofreu grande crise. O império de Alexandre acabou se dividindo em reinos, chamados helenísticos (de Hélade, idéias e costumes da Grécia Antiga, o povo heleno) (RONAN, 1997; EB, 2007).

De acordo com Chassot (2005), o rei Alexandre Magno foi um dos principais investidores financeiros, senão o principal, responsável por Aristóteles ter conseguido instalar o Liceu em Atenas, em 336 a.C., contribuindo também com a coleta de seres vivos por onde viajava.

O império Alexandrino conquistou um vasto território num curto espaço de tempo. Seus objetivos eram além dos estritamente militares, intencional no sentido de integrar as diferentes culturas num único império. Ao estimular o intercâmbio cultural e econômico dos povos da Antiguidade, propiciou a integração entre as culturas grega, egípcia e persa, sob a hegemonia da cultura grega (EB, 2007), o que propiciou entendimentos diferenciados sobre o fenômeno vida, advindos das diferentes culturas.

Este helenismo permitiu o desenvolvimento de novas expressões culturais, econômicas e políticas nas regiões conquistadas. Dentre as várias conseqüências das conquistas desse império, destaca-se a fundação da cidade egípcia de Alexandria e o desenvolvimento de muitas áreas de conhecimento, principalmente a matemática e as ciências naturais.

Alexandria, no século III a.C., passou a ser o principal pólo de produção intelectual. Nesta cidade foi construída uma grandiosa biblioteca mantida pelo

governo, que chegou a ter 700 mil rolos de papiros²², influenciando inúmeros pensadores vindos de diversas regiões (EB, 2007), possibilitando a circulação e a disseminação das idéias aristotélicas.

Os primeiros organizadores da Biblioteca de Alexandria foram Demétrius Phalereus (345 – 283 a.C. aprox.) e Estratão de Lâmpsaco (360 – 270 a.C.), ambos tinham sido alunos de Teofrasto no Liceu. Portanto, eram conhecedores do pensamento biológico descritivo e o compartilharam com os que ali freqüentavam.

Na biblioteca, além dos papiros, também se instalaram um museu, uma academia e um centro de pesquisa. Mantinha um jardim com espécies de plantas e animais exóticos, organizados conforme o estilo de pensamento biológico descritivo, salas para dissecações em animais e salas para observações astronômicas (CHASSOT, 2005).

Com uma posição geográfica privilegiada, Alexandria passou a ser considerada metrópole comercial, privilegiando não somente o fluxo de mercadorias, mas também de intelectuais e artistas, confluindo diferentes culturas e diferentes pensamentos sobre a filosofia, a ciência e a religião da época.

Com múltiplas atividades mantidas pela Biblioteca de Alexandria, imagine-se a concentração de coletivos de pensamento, com debates e contraposições, uma vez que mantinham um intenso fluxo de culturas. Porém, com resistências, o estilo de pensamento biológico descritivo prevaleceu em meio a críticas e assegurou as explicações sobre os seres vivos de forma coercitiva e mais consistente.

Ao dominar o povo grego, os romanos receberam influência na religião, mantendo no decorrer da sua história, a crença em deuses que davam proteção e recebiam oferendas de agradecimento. Ao contato com o pensamento religioso dos gregos, os deuses amorfos passaram a ganhar forma antropomórfica.

Segundo Chassot (2005), todo o pensamento estruturado na Escola de Alexandria, sob influência também de outros pensadores, se formava a partir de uma forte presença dos estilos de pensamento judaicos entre os anos 30 a.C. até

²² Manuscrito antigo feito de uma planta (*Cyperus papyrus*) das margens do rio Nilo cujas folhas eram utilizadas para registro (adaptado de FERREIRA, 2004, p. 480).

o século VII d.C., resultante do entrosamento da cultura hebraica, do fortalecimento das idéias disseminadas por Platão e do conhecimento oriental.

Aos poucos, os cristãos dominavam a Escola de Alexandria, ao ponto de assassinar brutalmente a filósofa neo-platônica Hipácia (370 – 415). Esta pensadora simbolizou o aprendizado dos conhecimentos científicos, que os monges cristãos identificaram como paganismo e a Escola de Alexandria como centro herético.

Quando a Grécia perde sua hegemonia política pela dominação romana, o norte da África torna-se um centro não apenas produtor de conhecimento, mas também difusor. Alexandria é, então, provavelmente, a cidade mais importante do planeta, e sua biblioteca é ícone da cultura. É em Alexandria que Hipácia se torna mártir da intolerância, prenunciando tensões seculares entre ciência e religião (CHASSOT, 2005, p. 56).

A Biblioteca de Alexandria, em meio às relações que se estabeleciam naquele momento histórico, concentrou-se em investigações voltadas à natureza. Explicações para a vida do homem e as investigações descritivas da natureza, passavam a ser importantes para o desenvolvimento de uma nova maneira de pensar práticas específicas, estabelecendo uma dependência recíproca e levando o conhecimento para aplicações técnicas.

Os romanos afastavam a maneira racional de pensar sobre a natureza, pensamento este fortemente marcado pelas idéias de Aristóteles o qual procurava alcançar resultados concretos ligando os meios aos fins. Diferentemente dos gregos, que utilizavam a racionalidade para determinar o padrão dos fenômenos da natureza, os romanos tratavam da utilidade e da eficácia dos instrumentos (ANDERY et al., 1998; PILETTI e PILETTI, 2002).

As aplicações técnicas desenvolvidas a partir da Escola de Alexandria adequavam-se as necessidades da época. Em contraposição à aplicação técnica, marcadamente outras aplicações se restringiram a modelos que ficavam sem utilidade ou eram pouco utilizados.

Mas, o que fez com que avanços tecnológicos que tendiam a suprir as necessidades humanas ficassem acomodados no Museu de Alexandria, sem aplicação generalizada? Possivelmente pelas condições sócio-econômicas.

De acordo com Andery et al. (1998, p. 116), associa-se os “fatores que impediram a utilização generalizada dos conhecimentos à inexistência de necessidades reais e os limites decorrentes do modo de produção escravista”. Um exemplo estava na rudimentar máquina a vapor desenvolvida por Hero (aprox. 100 d.C.), que possivelmente teria sua utilização generalizada se houvesse uma aplicação que tornasse útil e rentável a produção, se assegurasse o desenvolvimento das forças produtivas e se a mão-de-obra fosse assalariada.

Como a mão-de-obra era estritamente escrava, a utilização desta tecnologia se tornava supérflua, associada aos obstáculos ideológicos que barravam novas soluções técnicas para a produção, ou mesmo para o desenvolvimento de outro tipo de pensamento sobre a prática.

A predominância das áreas científicas desenvolvidas pela Escola de Alexandria propiciava estudos setorizados, no sentido de oferecer explicações para os fenômenos da natureza, mesmo aqueles que demandavam aceitação religiosa, como a transformação de água em vinho (CHASSOT, 2005). Setorizado, por se desenvolver de forma independente um do outro, onde se vê a biomedicina se desenvolvendo longe da história natural, faltando certa inter-relação entre as áreas em desenvolvimento. Enquanto um coletivo de pensamento procurava estabelecer relações indutivas entre partes anatômicas e funcionais, outro coletivo de pensamento procurava classificar os seres vivos da escala natural por meio de caracteres anatômicos e morfológicos.

Apesar do afastamento entre os conhecimentos biológicos desenvolvidos historicamente até a Escola de Alexandria, ainda percebe-se a predominância das tradições gregas sob a influência do estilo de pensamento biológico descritivo para o entendimento do fenômeno vida, pautado na descrição das características dos seres vivos, possibilitando a organização dos mesmos em grupos, a partir de características de identificação e classificação.

Segundo Mayr (1998), entre as tradições biológicas gregas, “a história natural, particularmente a descrição e classificação das plantas, alcançou um ponto alto nos escritos de Theophrasto e de Dioscórides²³, enquanto Plínio²⁴

²³ Pedanio Dioscórides Anazarbeo (40 – 90), naturalista greco-romano conhecedor de plantas medicinais. “*Dioscórides ordenou as plantas segundo as suas propriedades curativas*” (MAYR,

(23 – 79), cujos interesses eram zoológicos, foi um compilador enciclopédico” (1998, p. 112).

Paralelamente ao desenvolvimento do conhecimento sistematizado sobre os fenômenos da natureza, na descrição de como aconteciam e, de certa forma um pouco independente da filosofia, despreocupada com causas e origens desses fenômenos, o pensamento religioso se fortalece por volta do século II d.C., onde o estilo de pensamento biológico descritivo começa a perder espaços para a apologética, na defesa de textos e conhecimentos da igreja cristã. Pensadores e religiosos começavam a rejeitar o elemento teleológico presente no estilo de pensamento instaurado principalmente por Aristóteles.

O conhecimento passava a ser, em meio a este contexto, subordinado à fé, onde a mesma estava sendo auxiliada pela razão humana, e a natureza passava a ser entendida como subserviente ao homem (MAYR, 1998). O pensamento teológico se fortalecia preocupando-se com o individual, com a salvação do homem que passava a ser possível obtê-la de forma subjetiva, a partir de um conjunto de regras morais, determinadas pela Igreja Católica. Nesse contexto, o ser humano apesar de continuar sendo visto pela sua função vivípara, perfeito em sua reprodução, passa a perder seu espaço de perfeição aos seres angelicais da Igreja.

O Império Romano encontrava resistência num período agitado por lutas pelo poder. Somado à crise de âmbito social e econômico, essas disputas abriram caminhos para a desintegração de grande parte do Império. Entre 235 a 476 d.C., destacavam-se dentre as principais características, a difusão e disseminação do cristianismo, que pregava valores contrários ao trabalho escravo e à divinização dos imperadores (EB, 2007).

Falar em cristianismo é o mesmo que falar em um período conhecido por Idade Média no Ocidente, mais precisamente da Europa Cristã. Neste momento, caracteriza-se como importante o período da Idade Média e para tal, busca-se o que diz Chassot (2005) sobre essa fase da história:

1998, p. 176).

²⁴ Gaius Plinius Secundus, naturalista romano.

A Idade Média é o milênio transcorrido entre o término da Idade Antiga (identificado com a queda do Império Romano do Ocidente, em 476) e o surgimento do Renascimento (ou a tomada de Constantinopla pelos turcos, em 1453, ou ainda, a descoberta da América, em 1492). Esse período foi chamado de “Idade Obscura” ou “Noite de Mil Anos”, e o adjetivo “medieval” (ou “medieval”), às vezes, pode significar retrógrado ou obscuro, mesmo que se faça outra leitura desse milênio, principalmente do seu final (CHASSOT, 2005, p. 101).

O pensamento cristão impôs para a sociedade da época, uma nova forma de olhar para o homem e para o mundo. Inicialmente aparentava ser uma seita judaica difundida por pescadores iletrados, sem estudos e conhecimentos profundos sobre filosofia. Diferentemente dos gregos, os cristãos pregavam e ainda pregam o monoteísmo.

Considerando o esfacelamento do Império Romano, a Igreja Católica conseguia se manter como uma instituição social estruturada e organizada, não encontrando espaços para disseminação do estilo de pensamento cristão entre os greco-romanos. Para conseguir difundir o pensamento entre os povos bárbaros, o cristianismo acabava por preservar muitos dos elementos da cultura pagã grego-romana.

Os primeiros padres da Igreja tomavam como linhas gerais da teologia dogmática, elementos da Bíblia judaica, da filosofia grega e das religiões e ritos míticos. Para eles, o mais importante seria conseguir com que a fé cristã fosse o pressuposto de toda a sabedoria humana (REALE e ANTISERI, 2004; EB, 2007).

Mas, por que a fé? Primeiro porque a fé seria individual, exigindo um caráter subjetivo do homem, um esforço até então proposto por Platão, mas ainda com um grande diferencial. Com o princípio da fé cristã, a Igreja assegurava a adesão incondicional às verdades reveladas por Deus, especialmente verdades que diziam respeito ao homem e a sua salvação.

Nestes termos, os filósofos naturalistas não precisavam procurar a verdade, pois havia sido revelada ao homem por Deus. A vida neste contexto de influências teológicas não é fenômeno natural, mas expressão natural e produto da contemplação divina.

Apesar de consistente, a fé cristã não assegurava no cotidiano das pessoas a certeza das realizações que pudessem suprir as necessidades

humanas, vistas além da subjetividade, isto é, na objetividade presente nas práticas diárias do trabalho (ANDERY et al., 1998).

Os primeiros padres elaboraram um conjunto de textos, conhecidos como patrística, contendo escritos eclesiásticos e desenvolvidos a partir dos fundamentos teológicos e doutrinários do cristianismo (PADOVANI e CASTAGNOLA, 1978; COTRIM, 2006). Diante das diferenças existentes entre o cristianismo e o saber grego-romano, questões voltadas aos seres vivos da escala natural se mantinham como afirma o livro de Gênesis.

Contribuições foram dadas por Agostinho de Hipona (354 - 430), no sentido de estabelecer que, pela fé, verdades eram reveladas diretamente ao homem e que a razão humana passava a esclarecer aquilo que a fé antecipava à mente. Este pensamento se manteve presente nos ensinamentos transmitidos nos mosteiros religiosos, levando ao fechamento da Academia de Platão e da Escola de Alexandria, em 529, pelo Imperador Justiniano, até que Carlos Magno (747 – 814) passou a organizar o ensino (*Septuagium*), abrindo as escolas e mosteiros para a atividade cultural que marcou o governo dele (PADOVANI e CASTAGNOLA, 1978).

Das ações de Carlos Magno, no século VIII, à fundação das primeiras universidades no século XI, surgiram produções filosófico-teológicas denominadas de escolástica.

A escolástica se fortaleceu a partir da necessidade de fortalecer a fé, sob responsabilidade e obrigatoriedade das instituições católicas. A filosofia escolástica renova o interesse pela investigação da natureza, com ênfase mais para a lógica racional, essencialmente conciliada pela fé e a luz natural e menos para o empirismo, entendendo a natureza como um sistema coerente de leis, que poderiam ser explicadas pela razão. Os pensadores que compartilhavam da história natural influenciada pelo estilo de pensamento biológico descritivo propuseram um estudo mais objetivo dos fenômenos naturais e do universo físico.

A era escolástica não era favorável ao desenvolvimento das ciências naturais. Os escolásticos eram racionalistas; o seu esforço consistia em determinar a verdade por uma lógica, não pela observação ou pelo experimento. Daí as suas intermináveis disputas. O ensino e a busca da verdade, da forma como os exerciam, eram privilégio dos clérigos. O estudo das coisas naturais e, acima de tudo, qualquer aproximação empírica eram inteiramente desprezados (MAYR, 1998, p. 114-115).

Os intelectuais que participavam desse momento histórico buscavam aspectos clássicos e helenísticos, que sofreram influência da cultura judaica e cristã. Os escritos de Aristóteles até então guardados nos mosteiros, passaram a influenciar o pensamento escolástico. Como especulação filosófica, a busca da harmonia entre a fé e a razão permeava os sistemas filosóficos.

Nestes mosteiros se conservam apreciável acervo em jóias, estátuas, ícones, objetos de culto e, principalmente, uma quantidade muito grande de manuscritos, muitos dos quais salvos da Biblioteca de Alexandria e de outros centros culturais. Acredita-se que o conteúdo de muitos desses manuscritos, ainda hoje, não tenha sido reincorporado ao patrimônio de conhecimentos da humanidade (CHASSOT, 2005, p. 107).

O mundo voltado ao pensamento cristão dava pouca atenção às questões da natureza, deixando evidente a retomada do estilo de pensamento biológico descritivo quando no assunto em pauta estavam os seres vivos. “Quando surgia uma questão como quantos dentes tem um cavalo, olhava-se em Aristóteles, em vez de olhar para a boca de um cavalo” (MAYR, 1998, p. 115).

Nos séculos XII e XIII, alguns escolásticos tendenciavam a mudança na forma de olhar para a natureza. Permaneciam com a clareza divina de que a natureza era contemplativa, portanto os seres vivos que nela estão também eram advindos de contemplação divina, porém, o olhar sobre esta natureza mantinha características do estilo de pensamento biológico descritivo.

Dentre esses escolásticos, Hildegard de Bingen (1098 – 1179), Alberto Magno (1193 – 1280) e Frederico II (1194 - 1250), começaram a escrever a história natural de seu tempo. Segundo Mayr (1998), Frederico II mostrava em seus escritos sobre a história natural, o seu interesse pela morfologia características dos pássaros e a sua compreensão sobre o animal vivo, “tão claramente baseada na experiência pessoal, assomou muito acima de outros escritos contemporâneos sobre a história natural” (p. 115).

A história da ciência mostra que o pensamento escolástico passou, progressivamente, a ser questionado pelos filósofos que iniciavam o período da renascença já no século XII. Percebe-se pelos pensamentos de alguns teólogos e

filósofos desse momento histórico, que a esperada aliança entre o pensamento racional e teológico sofreria interferências que dificultavam a aproximação.

Em meio a este contexto, a escolástica convivia constantemente com um conjunto de acontecimentos e transformações culturais, políticas, sociais e econômicas. Acontecimentos como: a renovação do estilo de vida urbana, as primeiras universidades, o movimento das Cruzadas, as especulações com a alquimia, a restauração do comércio, a sustentação da burguesia, a peste negra, a invenção da imprensa (CHASSOT, 2005) e, especificamente na história natural, a grande quantidade de plantas e animais coletados nas viagens (MAYR, 1998).

Certamente que esses acontecimentos alteravam a dinâmica de convivência do povo europeu ocidental, influenciando na forma de pensar a teologia, a filosofia e, adiantando, pensar a ciência, até então considerada como um estilo de filosofia naturalista, compreendendo o fenômeno vida sob a influência do estilo de pensamento biológico descritivo.

Permanece, assim, um caráter qualitativo e indutivo, centrado no sujeito racional, onde “os instrumentos de trabalho [eram] rudimentares: para conhecer os corpos, só se [tinha] os olhos; para avaliar o frio e o quente, só se [tinha] a pele” (ARANHA e MARTINS, 2003, pág. 14)

As circunstâncias da época, sejam de relutância ou de impossibilidade, não permitiam quantificar a produção de conhecimento científico e as tentativas de experimentação e matematização às ciências da natureza, pois se restringiam ao princípio da revelação da verdade, mantendo a ordem estabelecida e hierarquizada da superioridade divina.

Mesmo em meio às tradições gregas da história natural e da biomedicina, qualitativas e antropocêntricas, os acontecimentos e transformações já citados propiciaram o aparecimento de contrastes, exceções, novas práticas específicas e experimentais, demarcando pontos que influenciavam o final da Idade Média. Os acontecimentos e transformações emergiam necessitando de outro saber, menos contemplativo e mais prático, objetivo.

A presença do caráter experimental no período medieval se assemelha à desconfiança dos princípios divinos, pois assegurava ao ponto de vista do sujeito,

uma interpretação racional (indutiva) do observável ao mesmo tempo em que se caracterizava como incompatível com as atitudes vinculadas à fé cristã.

A escolástica chega, assim, ao seu limite. A desagregação da cristandade com a reforma protestante e o renascimento cultural trazem novas questões. A teologia já não se constitui na ciência das ciências. A burguesia entra em cena e o homem descobre-se a si mesmo, tornando-se uma espécie de Deus. Avançam a técnica e a ciência. Surge um novo universo, indeterminado e infinito. Por sua conta e risco, a filosofia volta a trilhar, enfim, o seu próprio caminho. É a Idade da Razão” (COTRIM, 2006, p. 141).

O Renascimento, além de marcar o desenvolvimento artístico e cultural com reflexos da cultura grega, islâmica e oriental, marcava também o período em que a Igreja começava a ser contestada. Isto se tornou possível porque as relações envolvidas no contexto provocaram a separação entre a razão e a fé por meio de um conhecimento empírico e metódico, fortalecendo a idéia de que a experiência é que permitia não somente descrever os fenômenos da natureza, mas também conhecer a causa desses fenômenos (PADOVANI e CASTAGNOLA, 1978; CHAUI, 2003; REALE e ANTISERI, 2004). Percebe-se, ainda, a presença do pensamento descritivo em considerar certo tipo de finalidade, consolidada em ato, por meio de uma causa, potencial e dotada de projeto teleológico.

De acordo com Chassot (2005), um dos primeiros focos do Renascimento teria sido a expansão do comércio e das cidades, que voltavam a florescer em diversas regiões da Europa. Este crescimento favoreceu o acúmulo de riquezas pelos burgueses e os investimentos para o desenvolvimento das atividades intelectuais e artísticas, dentre outras de menor importância e necessidade.

Dos acontecimentos que influenciavam diretamente o contexto renascentista e estimulavam mudanças no modo de pensar, os burgueses propuseram um novo modelo de homem e de sociedade, interferindo no modo de pensar o mundo natural e o fenômeno vida. Dentre essas mudanças destacam-se:

- *Teocentrismo x Antropocentrismo*: de um mundo centrado na figura divina, em Deus, para um mundo centrado no homem. De forma alguma esta nova sociedade deixava de ter Deus como o contemplador, principalmente do conhecimento e da própria atividade artística, mas o objetivo principal era dar ao homem racional a oportunidade de explicar o mundo a partir do

seu olhar. Nestes termos, o ser humano passava a ser o centro das preocupações e indagações dos pensadores, porém considerando-o como sendo a obra prima de Deus. Um período marcado pela oposição à Igreja Católica, mas não a Deus.

- *Verdades reveladas x Verdades racionais*: de um mundo explicado pela fé, para um mundo explicado pela lógica racional e pelas operações mentais, marcando a ascensão do pensamento racionalista, materialista e experimental. Com o fortalecimento do racionalismo, abria-se caminho para a predominância da razão como sendo o principal instrumento para compreender os fenômenos da natureza.
- *Coletivismo x Individualismo*: do modelo cristão de coletividade religiosa pautada pela fé individual, para um mundo marcado pela individualidade e pelas diferenças. Com o individualismo, o indivíduo teria a capacidade de fazer escolhas “livremente”, pelo seu esforço próprio, sem o apelo ao sobrenatural, mas não se distanciando dele. Neste período desenvolvia-se o individualismo burguês.

Esta nova maneira de ver o mundo impulsionava o invento de um novo sistema de impressão, que possibilitava propagar as idéias humanistas para um número maior de pessoas, disseminando estas novas mudanças, conhecimentos e pensamentos. A popularidade do estudo das plantas medicinais e as viagens, começando com as viagens de Marco Polo (1254 - 1324) e de Cristóvão Colombo (1451 - 1506), também refletiam significativamente no contexto renascentista (MAYR, 1998).

Com o acúmulo rápido de conhecimentos sobre a classificação dos seres vivos, principalmente das plantas, desde os gregos até Lineu, representam a tentativa de organização das ervas medicinais realizada pelos médicos desse período histórico. Tal fato se concretiza com os registros médicos e também com um importante avanço tecnológico, a construção de herbários, tendo início com a secagem de ervas realizada pelo médico e botânico Luca Ghini (1490 – 1556). Outro avanço tecnológico, importante para o contexto histórico em questão, permitia a aplicação das técnicas de gravuras em madeira (MAYR, 1998).

Há boas razões para acreditar que os grandes avanços realizados na classificação das plantas, no decurso da segunda metade do século XVI, foram consideravelmente facilitados pela nova tecnologia dos herbários, que permitia uma referência retrocedente aos espécimes de todas as estações do ano (MAYR, 1998, p. 195).

A expansão do número de herbários e de livros com registros de plantas medicinais, “preconizaram um novo movimento de 'volta à natureza' pelo estudo

das plantas, realizados principalmente por naturalistas como Jérôme Bock (1498 – 1554), Otto Brunfels (1488 – 1534), Leonhart Fuchs (1501 – 1566) e Valerius Cordus (1515 – 1544), particularmente depois do resgate das obras de Teofrasto, Dioscórides e Plínio” (MAYR, 1998, p. 115).

Mayr (1998), ao mencionar sobre as viagens afirma que “uma das conseqüências decisivas [...] foi o súbito reconhecimento da imensa diversidade da vida animal e vegetal, em todas as partes do globo” (p. 117). Tal realidade conduziu a história natural a um período de maiores publicações enciclopédicas, como as obras publicadas por Edward Wotton (1492 – 1555), que trabalhou bastante com insetos; Conrad Gesner (1516 – 1565), que agrupou os seres vivos em quadrúpedes, aves, peixes e serpentes, mantendo a tradição; Ulisse Aldrovandi (1522 – 1564), que organizou coleções de plantas e animais; Pierre Belon (1517 – 1564) especialista em pássaros; e Guillaume Rondelet (1507 – 1566), que publicou sobre organismos marinhos, influenciado pelos estudos aristotélicos.

Com os interesses voltados ao conhecimento metódico e com base na experiência, diminuem os interesses pela escolástica no século XVI, carregado de menosprezo, rotulando o período da Idade Média de barbarismo, ignorância, gótico ou mesmo escuridão (PADOVANI e CASTAGNOLA, 1978; CHAUÍ, 2003). Justifica-se a aplicação desses rótulos pelo aparente atraso científico no decorrer da Idade Média, somados à consagração das grandes transformações, que abriam caminhos para a Revolução Científica, “tachando” o período de pré-iluminismo, somados também à compreensão da razão como sendo luz natural do indivíduo (vitalista).

No movimento histórico renascentista desenvolviam campos importantes das ciências, ainda constituída na forma filosófico-naturalista, de um conhecimento científico não separado da filosofia, porém com base experimental, e pouco sistematizado, mas distintos do pensamento teológico ao mesmo tempo determinado por este.

Destaca-se, neste momento, que a Igreja Católica reagiu contra muitas das idéias e avanços científicos, pois colocavam em dúvida dogmas religiosos,

recorrendo à Inquisição para assegurar o poder sobre o conhecimento, sua origem e a utilização pelo homem.

O período renascentista marcava a transição entre o pensamento medieval e o pensamento moderno. Tal período, marcado por uma mentalidade racionalista, com maior disposição para questionar os mistérios do mundo natural (fenômenos), dedicando-se mais tempo à pesquisa e experimentação.

Como afirma o filósofo francês e historiador da ciência Alexandre Koyré (1892 – 1964), “o homem perdeu seu lugar no mundo, ou, mais exatamente, perdeu o próprio mundo que formava o quadro de sua existência e o objeto de seu saber, e precisou transformar e substituir não somente suas concepções fundamentais, mas as próprias estruturas de seu pensamento” (KOYRÉ, 1974, p. 20).

Não bastava ao sábio do prelúdio moderno conhecer a natureza e saber como os fenômenos ocorriam, mas de conhecer a natureza e exercer controle sobre a mesma, sabendo como e porque os fenômenos ocorriam. O foco mais empirista se pautava na condição de estabelecer leis naturais que regiam os fenômenos, sem questionar a existência deles.

Ao mesmo tempo em que os filósofos de tradição física buscavam as causas e as origens naturais dos fenômenos, na tentativa de garantir a unidade da ciência, assegurando “reduzir os fenômenos do universo a um número mínimo de leis” (MAYR, 1998, p. 122), os naturalistas se preocupavam com a quase ilimitada diversidade de seres vivos descobertos, tendo que “descreverem com riqueza de detalhes espécies diversas de organismos” (MAYR, 1998, p. 122), para melhor organizá-los e assim, entendê-los.

Mayr (1998) destaca que, mesmo em um contexto de mudanças para a compreensão da natureza a partir de leis mecânicas,

mais e mais os naturalistas começaram a dedicar-se ao estudo da diversidade da natureza, e descobriram que o mundo da criação é muito mais rico do que qualquer um podia imaginar. E a glória de Deus podia ser estudada em cada uma das criaturas, desde as ínfimas até os rinocerontes e elefantes, admirados por Dürer ou Gesner (MAYR, 1998, p. 122).

Com o desafio de organizar todas essas centenas de novas espécies trazidas para a Europa, apareciam complicações uma vez que o modelo anteriormente utilizado para identificar e catalogar as espécies, não dava conta de toda a diversidade de seres vivos encontrados. O estilo de pensamento biológico descritivo começava a apresentar fragilidades.

Não bastassem as complicações voltadas ao estilo de pensamento descritivo no que tange a catalogação dos seres vivos, outras questões começaram a ser discutidas entre os naturalistas. Dentre essas, a apropriação de técnicas e instrumentos de microscopia e questionamentos sobre a abiogênese, esta defendida desde a instauração desse estilo de pensamento biológico.

Com relação a primeira afirmação, sobre os instrumentos, no início do século XVII, a ciência se aliou à técnica, permitindo a construção de instrumentos auxiliares nas observações realizadas como meio metódico para a explicação dos fenômenos da natureza, neste caso específico, para observação mais detalhada das características dos seres vivos. Um bom exemplo é o texto obtido por Galileu Galilei no ano de 1609, no qual estavam expressas descrições precisas sobre um instrumento holandês, que permitia enxergar objetos distantes em tamanhos relativamente maiores (ROSSI, 2001; CHASSOT, 2005).

Tal instrumento de precisão e com notável potencialidade militar teria sido construído por artesãos fabricantes de óculos, dentre eles Hans Lipperhey e Zacharias Janssen (EB, 2007). Tomando como modelo este instrumento, Galileu construía o seu próprio instrumento com capacidade de aumentar muitas vezes o tamanho aparente dos objetos. Após observações do espaço, Galileu constatava que as concepções sobre a cosmologia obtidas a partir de observações empíricas e tidas como verdadeiras, deveriam ser revistas (ROSSI, 2001).

O microscopista holandês Anton van Leeuwenhoek (1632 – 1723) teria sido um dos primeiros a registrar observações a partir do uso de um instrumento caracterizado como microscópico. Ampliando em poucas vezes, Leeuwenhoek deixou registros sobre minúsculos animais, os animálculos, que viviam nas águas dos lagos (HEALEY, 1982).

A história da ciência dos gênios apresenta o físico Robert Hooke (1635 – 1703) como o descobridor e observador das células, porém como apontam Rossi

(2001), Healey (1982) e Raw (2002), ele tentou melhorar as lentes, mas os resultados foram decepcionantes.

Segundo Raw (2002), Leeuwenhoek não participava da Royal Society of London, da qual participavam o filósofo francês Francis Bacon (1561 – 1626), o matemático John Wallis (1616 – 1703), o anatomista Regnier de Graaf (1641 – 1673) e os físicos Robert Hooke, Isaac Newton (1643 – 1727) e Edmond Halley (1656 – 1742). “Leeuwenhoek escreveu 775 cartas para a Royal Society of London. Leeuwenhoek descreveu diferentes pequenos seres vivos, seus tamanhos, como se moviam e quanto tempo viviam: bactérias, algas, protozoários (seres constituídos por uma única célula), presentes nas águas de riachos e lagoas” (2002, p. 15).

O mundo macroscópico, considerado demasiadamente grande, ilimitado diante da diversidade de seres vivos encontrados nas diferentes explorações, encontrava na microscopia um novo mundo. “Mesmo que os primeiros microscópios permitissem apenas uma ampliação duplicada, isso teria sido o suficiente para revelar a existência de um microcosmo vivo inteiramente inesperado, em particular de organismos aquáticos, invisíveis a olho nu” (MAYR, 1998, p. 123), “tão pequenos que estavam no limite do que suas lentes conseguiam alcançar. 'A água parecia viva!'” (RAW, 2002, p. 16-17).

Muitas foram as discussões proeminentes da intervenção mecanicista no processo de descrição dos seres vivos. A microscopia, de fato permitiu que novos caminhos fossem trilhados pela biologia, por conta da exploração de um novo mundo, o mundo de incertezas (HOBBSAWM, 2006).

A atividade experimental consistia num importante avanço diante da necessidade de assegurar, em termos de método, que o conhecimento sobre os seres vivos estivesse superando a atividade primariamente descritiva e o desenvolvimento de expectativas com relação ao mecanismo de funcionamento desses seres vivos.

Diante de toda essa complexidade de seres vivos, da superação da simples catalogação e da necessidade de critérios de classificação, as descrições das estruturas anatômicas e morfológicas se caracterizavam como sendo importantes, de tradição biomédica desde os gregos, associadas com novas

características possibilitadas com os estudos dos entomologistas e microscopistas (MAYR, 1998).

Não obstante, desde os naturalistas do período renascentista, a busca por um método que possibilitasse melhor organização não somente dos seres vivos, mas também das rochas e minerais, diferenciava os que se interessavam pela identificação, catalogação, organização e classificação dos seres vivos, dos que pretendiam somente coletar novos seres vivos, com o objetivo de encontrar essencialmente novas espécies.

A vida do naturalista Lineu ...

Considerando principalmente o fato da grande diversidade de seres vivos e a impossibilidade do estilo de pensamento descritivo continuar respondendo às necessidades daquele momento histórico, sucessivas inversões de critérios propiciavam ampliar a forma de organizar esses seres vivos, com base em critérios metódicos e não arbitrários.

Carl von Linné [Lineu] (1707 – 1778), naturalista sueco, inicialmente inserido numa formação religiosa, mas com pouco aproveitamento na escola secundária, o impediu de prosseguir na formação sacerdotal. Seu pai gostava muito de plantas, o que o teria incentivado ao interesse por estudos voltados à história natural (EB, 2007).

Seu interesse por plantas possibilitou que fosse encaminhado para a Universidade de Lund, em 1727. Apropriou-se de conhecimentos mais aprofundados na área médica e em ciências naturais, principalmente quando esteve acompanhado por Kilian Stobaeus (1690 - 1742), médico e naturalista sueco (MAYR, 1998).

Com o apoio do sacerdote sueco e especialista em musgos, Olof Celsius (1670 - 1756), conhecedor dos estudos de Lineu, o ajudou a se transferir para a Universidade de Uppsala, onde conheceu o professor de medicina Olof Rudbeck Filho (EB, 2007). Na Universidade, conheceu trabalhos diferenciados sobre classificação dos seres vivos, com propostas que utilizavam estrutura de

categorização com alguns elementos diferenciados desde as proposições de Aristóteles, esta ainda dominante nos centros acadêmicos até sua época.

Um dos trabalhos que Lineu teve contato, *Botanicon parisiense*, obra de 1727, era do botânico francês Sébastien Vaillant (1669 – 1772), na qual defendia a utilização das estruturas morfológicas das flores como base para a classificação das plantas.

No ano de 1732, a Academia de Ciências de Uppsala financiou uma viagem de Lineu e outros naturalistas por cinco meses para a Lapônia, lugar com uma natureza exuberante, com a ocorrência de fenômenos naturais que chamavam a atenção, mas ainda não explorados. O olhar desses naturalistas para a natureza possibilitava descrições similares às observações de Aristóteles, incluindo plantas e animais dessa região, bem como a classificação desses com base na morfologia do sistema sexual, resultando no livro *Flora lapponica*, publicado em 1737.

Nesta mesma época, Lineu se transferiu para a Universidade de Harderwijk, nos Países Baixos, onde obteve o título de doutor em medicina, com pesquisas envolvendo a malária. Percebe-se claramente, que mesmo no contexto histórico do século XVIII ocorriam influências em paralelo das tradições gregas, história natural e biomedicina, por conta da formação universitária em medicina com disciplinas tanto de uma quanto de outra tradição. Paralelamente ao seu trabalho descritivo sobre a malária na área médica, Lineu manteve seus estudos voltados à classificação dos seres vivos.

Levava consigo seus primeiros escritos do que mais tarde se tornariam sua obra publicada *Systema naturae*. Na Universidade conheceu o botânico holandês Jan Frederick Gronovius (1686 – 1762) e a obra que publicou junto com seu filho em 1739, com contribuições do botânico britânico John Clayton (1686 - 1773). Nesses escritos, Lineu apresentava nomenclatura mais ampliada do que em publicações anteriores, com vistas à maior clareza na descrição dos seres vivos.

De forma concisa, apresentava níveis de organização construídos de maneira simples e ordenada. A idéia anterior de acrescentar características descritivas no próprio nome, para diferenciar um exemplar de outro, passava a ser

substituído por um sistema de nomenclatura binominal, o qual teria influenciado também no nome das obras publicadas pelos naturalistas dessa época. Tal sistema não é exclusivo em Lineu; outros naturalistas, em épocas anteriores já utilizavam desse modelo descritivo para classificar e organizar os seres vivos, prática que começa a apresentar ampliação de certos caracteres de classificação em relação ao estilo de pensamento biológico descritivo, porém, mantendo a influência e a base desse estilo.

Embora este sistema de nomenclatura binominal não tivesse sido criado por Lineu, leva a fama por ter disseminado. Nesse sentido, a própria história da ciência recente, principalmente em livros didáticos utilizados no nível médio de ensino, apresenta Lineu como sendo único e exclusivo responsável por um sistema de classificação e nomenclatura dos seres vivos. Na continuidade desse trabalho, apresentam-se os estudos anteriores à sistematização realizada por Lineu e que contribuíram para a manutenção, permanência e predominância do estilo de pensamento biológico descritivo (harmonia das ilusões), apresentando ao mesmo tempo, elementos que sustentavam e que aspiravam complicações, marcando o período de exaustão desse estilo.

A forma de classificação instituída por Lineu passava a considerar, além da nomenclatura binominal e os níveis de organização em grupos, conhecidos por *táxon*, características morfológicas, anatômicas e comportamentais. Por exemplo, o *táxon* Mammalia, utilizado por Lineu para classificar o grupo de animais conhecidos que apresentavam glândula mamária e podiam amamentar seus filhotes. A glândula mamária representa tanto características morfológicas quanto anatômicas e comportamentais desses seres vivos.

A discussão de Lineu leva em consideração a maneira classificar os seres vivos, mantendo distante de seus trabalhos a discussão sobre a origem desses seres. Diante disso, tem-se a impressão de que Lineu percebia a existência do gênero de forma intuitiva, por acreditar que não era o caráter que os agrupava em seres semelhantes, mas o grupo gênero que determina o caráter (MAYR, 1998).

O gênero, para ele [Lineu], era o mais apropriado pacote de recuperação de informações, porque, na limitada representação dos reinos animal e das plantas, por ele conhecidos, os gêneros, no seu todo, eram separados uns dos outros por descontinuidades bem definidas. Mas mais importante ainda, e por

razões da sua filosofia essencialista, o gênero (com a sua essência) era a real unidade da diversidade, conferida por Deus (MAYR, 1998, p. 207).

O trabalho de Lineu se apresenta fortemente influenciado pelas questões religiosas de sua época. Apesar de não ter seguido em sua ascensão sacerdotal, a teologia mantinha boa influência na sociedade da época. Com os trabalhos realizados desde os tempos de Descartes, que propiciaram para o estilo mecânico de ver os fenômenos que ocorriam na natureza, mantinham também o princípio da Criação.

Concepções sobre a abiogênese ainda permeavam as discussões acadêmicas na época de Lineu. Apesar de alguns trabalhos propiciados pelos instrumentos microscópicos, relatos e catalogações de fósseis e a estudos aprofundados com a geração de insetos nos séculos XVI e XVII, muitos dos naturalistas se preocupavam com a descrição dos fenômenos ocorridos numa natureza estática e imutável, estes entendidos como resultados de contemplação divina.

A teologia cristã, por adotar a interpretação literal da Bíblia, inclui a criação como ação especial e essencial de Deus. Futuyama (2002), ao tratar sobre esse assunto no seu livro *Biologia evolutiva*, afirma que

as essências eternas, imutáveis, de todas as coisas existem na mente de Deus, mas seriam uma imperfeição divina negar a existência material a algo que Ele concebeu. Uma vez que Deus é perfeito, Ele deve ter materializado tudo que existia como sua idéia. Todas as coisas devem ter sido criadas no começo, e nada que Deus considerou apropriado criar poderia se extinguir, porque negar a existência de qualquer coisa em qualquer tempo introduziria imperfeição em Sua criação. Uma vez que a ordem é superior à desordem, as criações de Deus devem se adequar a um padrão: a *Scala Naturae*, ou Grande Escala dos Seres (FUTUYMA, 2002, p. 3).

Essa escala hierárquica da vida remete ao entendimento de que há na natureza, uma gradação desde a matéria inanimada, plantas, animais inferiores e seres humanos. Além desses, anjos e seres espirituais superiores completam a grande escala, sem apresentar lacunas, sempre permanente e imutável, conforme o plano de Deus (FUTUYMA, 2002).

Nesse sentido, aos naturalistas até o século XVIII, sob este ponto de vista platônico e teológico, cabia a atividade de catalogar os seres da escala natural e apresentar uma ordenação possível, de modo que essa escala pudesse ser compreendida como revelada por Deus e reconhecida pelo homem. Segundo Futuyama (2002, p. 3), “a obra de Lineu [...] profundamente influente sobre a classificação, foi igualmente concebida *ad majorem Dei gloriam*, 'para a maior Glória de Deus’”.

Em meio a todo esse contexto de influência que vivia, Lineu conheceu outros naturalistas ao visitar a Universidade de Oxford, em 1766, dentre eles, Hans Sloane (1660 – 1753), médico, naturalista e colecionador; Philip Miller (1691 – 1771), botânico inglês e horticultor; e Johann Jacob Dilleneus (1684 – 1747), botânico britânico. Apresentavam necessidades próximas, uma vez que procuravam formas ampliadas de classificar as plantas e os animais, a partir de descrições.

Miller, por exemplo, mostrou-se relutante ao sistema de classificação de Aristóteles e especificamente ao sistema binominal de Lineu, preferindo utilizar como base para seus estudos o sistema de classificação proposto por John Ray (1627 – 1705) e Joseph Pitton de Tournefort (1656 – 1708). Miller veio a aceitar o sistema proposto por Lineu somente quando este teria sido aceito pelo coletivo de pensamento que constituía a comunidade científica da época (MAYR, 1998).

Ao se mudar para Holanda, em 1737, começou a trabalhar com o naturalista George Clifford (1685 – 1760), com o objetivo de catalogar suas coleções de plantas que obteve a partir das relações que mantinha com mercadores. Desse trabalho resultou a publicação da obra *Hortus cliffortianus* (EB, 2007)

O número cada vez maior de animais e vegetais de diferentes lugares do mundo associado aos resultados de expedições realizadas por Lineu permitiu ampliar seus escritos preliminares do livro, tomando proporções de volumes à medida que suas idéias se desenvolviam. Contribuiu, posteriormente, para a fundação da Academia Real das Ciências da Suécia, onde assumiu as cadeiras de medicina e botânica em épocas diferentes.

A circulação de idéias ...

Lineu era conhecedor do que os naturalistas anteriores a ele deixaram como contribuições e com descrições mais detalhadas, provoca ampliação dos elementos que compartilham no estilo descritivo de classificar os seres vivos. Em meio aos que mantinham a tradição do estilo de pensamento biológico sustentado tradicionalmente pelas idéias instituídas por Aristóteles para a classificação dos seres vivos, naturalistas encontraram alternativas de classificação diante da imensa diversidade de seres vivos coletados pelos exploradores desde o período renascentista. Dentre esses naturalistas estava o suíço Conrad von Gesner (1516 – 1565).

Gesner se dedicou aos estudos de botânica na Academia de Lousane, em 1537, tornando-se também doutor em medicina. Nos anos seguintes realizou algumas viagens e explorações locais para estudos descritivos de plantas. Escreveu várias obras sobre esse assunto, mas o reconhecimento veio com a publicação de outro trabalho, o *Historia animalium*, envolvendo estudos descritivos sobre animais, editado em quatro volumes: quadrúpedes, aves, peixes e serpentes; compreendendo mais de quatro mil páginas, uma imensa enciclopédia sobre tudo o que pode encontrar na literatura da época (MAYR, 1998,).

Este trabalho começou a fazer a diferença entre os naturalistas, sendo significativa a forma que propunha a classificação dos seres vivos, porém mantinha base grega de organizá-los em grupos. Utilizava-se de uma linguagem mais fácil ao tratar dos animais, expressando características em detalhes e cada ser vivo com nomenclatura binominal. Apesar da divisão tradicionalmente já utilizada desde os tempos antigos, inclusive registrada nos textos bíblicos, não se preocupava tanto com os agrupamentos taxonômicos, catalogando e ordenando os animais pela inicial do primeiro nome em latim (RONAN, 1997).

De certa forma os animais respeitavam uma incipiente proximidade de parentesco, mesmo catalogados em ordem alfabética, uma vez que os nomes eram advindos de características morfológicas. Nos registros das plantas, as preocupações com agrupamentos taxonômicos eram mais evidentes, mesmo

porque os estudos sobre as plantas, historicamente tinham mais atenção desde Theofrasto e o assegurado uso medicinal e de cultivo para alimentação (RONAN, 1997).

Andrea Cesalpino (1519 – 1603), naturalista italiano, classificava plantas com base na estrutura dos troncos e no desenvolvimento dos frutos e sementes, acrescentando mais características voltadas a descrição dos aspectos morfológicos e fisiológicos dessas plantas, ordenando-as de acordo com propriedades medicinais (MAYR, 1998).

Posteriormente ao trabalho de Cesalpino, outro naturalista marcou época e a necessidade de mudanças no estilo de pensar a organização dos seres vivos. John Ray, naturalista inglês, contribuía com o entendimento de Lineu quando registrava sua rejeição pela classificação com base na presença ou ausência de determinada característica adotando observação sistemática para classificar por similaridades e/ou diferenças.

Ray representava o momento histórico em que os naturalistas passavam a contrapor o racionalismo dedutivo proeminente advindo dos escolásticos, pelo empirismo científico, entendendo haver necessidade de procedimentos mais experimentais para a distinção de parentesco entre as espécies (RONAN, 1997; REALE e ANTISERI, 2004).

Segundo Futuyma (2002), Ray, ao tratar dos procedimentos de classificação no sentido de catalogar os seres da escala natural, “considerava as adaptações dos organismos como evidência da benevolência do Criador” (p. 3). Isso significa que as diferenças encontradas entre os seres vivos ou mesmo os elos entre grupos, não eram a preocupação desses naturalistas. Aspectos evolutivos não entravam em discussão e percebe-se amplamente a preocupação com a descrição da diversidade existente.

Outras interferências ocorridas no sentido de organizar melhor a escala natural de seres vivos, permitiam que a tradição aristotélica fosse cada vez mais se mostrando inadequada diante da diversidade (e não quantidade) de seres vivos existentes encontrados por naturalistas viajantes e navegadores, necessitando descobrir seu lugar na hierarquia.

Segundo Mayr (1998), outros naturalistas se preocupavam com o crescente número de coleções e que exigiam critérios de classificação para melhor compreender a benevolência de Deus, dentre eles, o naturalista francês Joseph Pitton de Tournefort e o naturalista britânico Augustus Quirinus Rivinus (1652 – 1723).

Rivinus se diferenciava um pouco mais dos outros naturalistas por acrescentar ao seu modelo de classificação, características morfológicas dos órgãos reprodutores das plantas. Desconsiderou a maneira de organizar as plantas seguindo características voltadas à morfologia do tronco, como árvores e ervas, firmando-se no método descritivo da morfologia das flores, frutos e sementes.

Tournefort ampliava um pouco mais a forma de classificar os seres vivos proposta por Rivinus, porém, organizava a hierarquização desde espécies a classes. Mas o que tornava característico nesses naturalistas é que presenciavam um momento de transição entre modelos. Gaspard Bauhin (1560 – 1624), um importante naturalista suíço, dentre outros que se destacavam na época, contribuía para a superação do sistema aristotélico de classificação, estabelecendo critérios diferenciados para o sistema de classificação, prevalecendo os advindos da morfologia das plantas. A tradição mais herbarista de Bauhin ficou registrada na sua obra *Pinax*, publicada em 1623, onde procurou “proporcionar um conveniente catálogo de nomes de plantas, a habilidade [...] em encontrar gêneros afins, e com eles formar conjuntos, é simplesmente espantosa” (MAYR, 1998, p. 186).

Primeiramente, Bauhin atribuiu para cada espécie um nome científico, binominal escrito em latim, considerando na escrita da direita para a esquerda, o primeiro sendo genérico para o grupo e outro específico. Descreveu mais de 6000 espécies, possibilitando a reorganização de grande parte do que já havia sido classificado até então (EB, 2007). Tanto Bauhin como os outros naturalistas deixaram inúmeras contribuições naquele momento histórico e que foram apropriadas por Lineu.

Caminhando para a transformação ...

Lineu conseguia sistematizar toda uma produção de conhecimentos voltados a estabelecer critérios descritivos de classificação dos seres vivos. Manteve como tradição do estilo de pensamento biológico descritivo a imutabilidade dos seres vivos, mas procurava classificá-los da melhor maneira possível, dentre as condições da época.

O estilo de pensamento biológico descritivo se instaurou, permaneceu por um tempo e caminhava para a transformação, mas não diretamente com os trabalhos de Lineu. Tal ocorrência não se dava com uma ruptura abrupta, pelo contrário, foram momentos em que esse modelo não mais apresentava soluções para os problemas enfrentados com a “infinita” diversidade de espécies.

No caso da classificação dos seres vivos, a diversidade de seres encontrados a partir das navegações e expedições possibilitava ao mesmo tempo em que tentavam encaixar no estilo de pensamento dominante, os naturalistas percebiam novas idéias diante das contradições apresentadas, com diferentes pontos de vista dos naturalistas culminando na transformação do estilo descritivo de classificar os seres vivos.

Desde os tempos de Aristóteles até os tempos de Lineu, a classificação dos seres vivos manteve elementos que os uniram no mesmo estilo de pensamento. Esses elementos comportavam uma visão de mundo baseada nas idéias criacionistas e fixistas, assegurando um sistema fechado de crenças por aproximadamente 2000 anos. Porém, a imensa diversidade de animais, plantas, rochas, fósseis e seres microscópicos, pareciam, naquele momento histórico, não se adequar nem ao estilo de pensamento biológico descritivo, nem as leis naturais resultantes do pensamento advindo das tradições da física mecânica e dos artesãos (ROSSI, 2001).

Mayr (1998, p. 122) aponta que “o entusiasmo pela extraordinária diversidade do mundo vivo teria sido ainda mais excitado pelo sucesso de viagens, e de exploradores individuais, que traziam de volta plantas e animais exóticos de todos os continentes”. Nesse sentido, uma nova forma de agir diante da complexidade existente inspirava mais e mais naturalistas e exploradores

viajantes a conhecerem este novo mundo, um mundo amparado também pelos conhecimentos cartográficos construídos até aquele momento histórico.

O capitão James Cook (1728 – 1779), navegador inglês, por exemplo, realizava inúmeras viagens onde pôde conhecer e explorar várias regiões do mundo, levando consigo muitos naturalistas, dentre eles os naturalistas alemães Johann Georg Adam Forster (1754 – 1794) e Alexander von Humboldt (1769 – 1859) (MAYR, 1998).

Humboldt foi um naturalista, explorador e conhecedor das ciências naturais com objetivos variados, dentre eles, descrever a sua representação da complexidade da natureza. Publicou os resultados de seus trabalhos no livro *Kosmos*, por volta de 1845. Essa obra representava o período de transição entre as tradições, idéias e ideais do século XVIII e as necessidades científicas do século XIX. Segundo MAYR (1998), Humboldt teria inspirado o naturalista britânico Charles Darwin (1809 – 1892) a realizar viagens e explorar a natureza.

O Foster mais novo inspirou Alexander von Humboldt, que por sua vez inspirou o jovem Charles Darwin. A era das viagens transoceânicas e das explorações resultou numa verdadeira obsessão pelos organismos exóticos, e conduziu à montagem de vastas coleções, como ilustrada pelos patrocinadores de Lineu, na Holanda, de Banks e seus concorrentes, em Londres, e do Jardim du Roi, em Paris, que era dirigido por Buffon (MAYR, 1998, p. 123).

Mayr (1998) atribui a Lineu, visto nos dias de hoje “como um filho do seu tempo, eminente em alguns aspectos, cego em outros” (p. 124), a observação nítida da descontinuidade entre as espécies e impossibilidade de uma espécie mudar para outra, tanto que concordava com John Ray ao considerarem a diversidade, as diferenças existentes entre os seres vivos e as adaptações que ocorriam, como “evidência da benevolência do Criador” (FUTUYMA, 2002, p. 3) e a classificação dessa diversidade, registrada com ares de complexidade no livro *Systema naturae* (1735), “para a maior glória de Deus” (FUTUYMA, 2002, p. 3).

Em meio a este contexto do século XVIII, permeado por discussões entre as idéias fixistas e transformistas, o estilo de pensamento biológico descritivo se mantém presente e ainda resistente nas classificações realizadas não somente por Lineu, mas por outros naturalistas da época pertencentes ao mesmo coletivo

de pensamento, assegurando que as espécies se diferenciavam por conta de serem cópias defeituosas ou imperfeitas de certo tipo ideal e perfeito. Nesse sentido, marcadamente a visão aristotélica acompanhada de resquícios da visão de Platão incorporada pela Igreja.

Portanto, o entendimento fixista resistia a mudanças na forma de pensar os seres vivos. Para os defensores e resistentes, como o naturalista francês Georges Cuvier (1769 - 1832), as espécies que se apresentavam na natureza são tal como foram criadas pelo Criador, imutáveis por toda a existência sem que ocorressem mudanças significativas na sua descendência. Justificavam o aparecimento dos fósseis pela ocorrência direta de catástrofes.

Uma das principais contribuições de Cuvier estava na reorganização dos invertebrados, inicialmente percebidos por Aristóteles, mas com retrocesso em Lineu, reconhecendo como táxon abrangente sob o nome de Vermes (MAYR, 1998). Com a publicação em 1775, da obra *Memoir on the classification of the animals nomed worms*²⁵, Cuvier reorganiza o então grupo dos Vermes em novos seis grupos com diferentes categorias e em igual nível: moluscos, crustáceos, insetos vermes, equinodermos, moluscos e zoófilos (MAYR, 1998, p. 213).

Tal reorganização possibilitou a Cuvier o registro da anatomia interna desses invertebrados. Utilizando-se das técnicas de dissecação, numerosos animais foram analisados, identificando novos caracteres de organização e permitindo à zoologia comparada o reconhecimento e a conquista que aos poucos gerou a sua identidade enquanto área de estudos da história natural.

Cuvier contribuiu também para o fortalecimento do pensamento biológico mecanicista, pelos estudos que realizou comparando as formas anatômicas dos seres vivos atuais com os fósseis. Com os estudos anatômicos e fisiológicos, em fase avançada no sentido experimental, permitiam a Cuvier reflexões sobre a morfologia dos seres vivos, por acreditar serem formados por partes complexas que se inter-relacionavam e que não podiam ser alterados sem que o todo perdesse a harmonia. Cuvier mantinha um pensamento impregnado das idéias sobre o funcionamento dos organismos vivos, que carregavam a ordem mecânica

²⁵ Memórias sobre a classificação dos animais [tradução nossa].

advindas das idéias de Harvey, Descartes e outros pensadores adeptos do estilo de pensamento biológico mecanicista (ROSSI, 2001).

Discute-se com mais detalhes o pensamento biológico mecanicista e evolutivo nos itens que se seguem neste trabalho. Porém, especificamente para este contexto do século XVIII, envolvendo a transformação na forma de pensar o mundo natural, os seres vivos e o homem; as discussões que permeavam idéias fixistas de heranças religiosas, absolutistas e aristocratas com princípios de idéias transformistas; atribuía-se a posturas transformadoras e revolucionárias a mobilização de processos históricos que apontavam o futuro dos avanços da ciência (ROSSI, 2001; HOBBSAWN, 2006).

O clímax atingido pela Europa no século XVIII exigiu dos novos tempos uma nova forma de pensar o mundo e as construções humanas, o modo de produção e a apropriação dos recursos naturais. Para tanto, na segunda metade do século XVIII, filósofos protagonizavam o movimento intelectual iluminista, promovendo a sociedade moderna com as “luzes da razão”.

Destaca-se o contraponto estabelecido pelos filósofos iluministas, quando os mesmos procuravam suprimir os modelos humanistas, renascentistas e protestantes. Enquanto os humanistas renascentistas retomavam elementos de tradição grega, pagã, menosprezando o cristianismo, os protestantes passavam por cima da Idade Média, elencando as bases do cristianismo original. Nesse sentido, os iluministas suprimiam estes retornos, voltando à origem da civilização com a proposição de chegar ao homem natural (COTRIM, 2006; ARANHA e MARTINS, 2003; CHAUI, 2003; REALE e ANTISERI, 2004).

Desta forma, os filósofos acreditavam estar “iluminando o pensamento”, que a razão seria a explicação para todas as coisas do universo, contrapondo principalmente aos dogmas da fé, as atividades empíricas e práticas específicas, fortalecendo as reivindicações burguesas. Este e outros ideais iluministas se espalhavam por países europeus, enquanto que para os outros países, ainda num processo de colonização, mantinham fortes laços com a Igreja Católica, não permitindo a liberdade de pensamento.

Com a razão sendo o veículo dinamizador da liberdade e das conquistas da sociedade do século XVIII pode-se afirmar que culturalmente os filósofos

humanistas têm instituído o mito do progresso (PADOVANI e CASTAGNOLA, 1978; REALE e ANTISERI, 2004). O pensamento racional possibilitava que o homem caminhasse em direção à verdade, em oposição ao empírico, e à melhoria da condição de vida em sociedade. O avanço no campo do conhecimento permitia o acúmulo e a multiplicação das chances de dominar o espaço natural, claro que de forma racional, e melhorava indefinidamente as condições de vida (ANDERY et al., 1998).

Tanto o racionalismo quanto o empirismo contribuíram para o desenvolvimento do movimento iluminista. Do racionalismo, os filósofos iluministas herdavam o método racional crítico e lógico, na condição de “passar por cima” da tradição cultural, a um pensamento racional de luz sobre o obscurantismo do senso comum, com evidência e clareza. Do empirismo, os filósofos iluministas herdavam a condição de olhar o mundo por outra perspectiva, possibilitando reconstruir toda uma realidade perante o mundo mecanicista (PADOVANI e CASTAGNOLA, 1978).

Mas a contribuição racionalista e empirista não se deu de forma a gerar controvérsias e/ou impertinências para o pensamento científico, particularmente porque originavam um perfil iluminista em lugares distintos.

Sabe-se que o iluminismo culminou na Revolução Francesa, no final do século XVIII. Porém, a trajetória iluminista surgiu na Inglaterra e na Alemanha, com características que marcavam contrapontos epistemológicos.

Na Inglaterra, surgiu a partir das bases de pensamento racionalista e se estendeu até a França, uma vez que o senso prático e positivo dos anglo-saxões favorecia para tal. Na seqüência, tais pensamentos foram disseminados para a Itália e a Alemanha. Nestes, o iluminismo racionalista reagia contra o abstratismo iluminista, uma vez que o abstratismo nascia entre os empiristas, influenciando no ensino escolar e universitário, obrigando os burgueses ingleses a manterem escolas nas próprias fábricas (ANDERY et al., 1998).

A ascensão do iluminismo empirista na Inglaterra foi diretamente influenciada pelas idéias deixadas pelo filósofo inglês John Locke (1632 - 1704), compartilhadas por outros pensadores de sua época e que contribuíam para o

conceito de pensamento livre, reagindo contra o mecanicismo, o naturalismo e o materialismo, defendidos pelos pensadores de princípios cartesianos.

Na Alemanha, o iluminismo teve como pano de fundo o racionalismo, onde os pensadores julgavam que a ciência não fosse posse divina e sim uma pesquisa perpétua de conformidade com uma concepção historicista, progressista e crítica (ANDERY et al., 1998).

Na França, o berço de Descartes, dentre os disseminadores das idéias de livre pensamento estava o filósofo e historiador iluminista Voltaire (1694 – 1778). O iluminismo empirista com base epistemológica no pensamento de Locke e Newton enfrentava grandes barreiras e uma delas o caráter extremista com o culto da razão cartesiana a qual tinha o domínio acima de tudo e de todos, ao ponto de declarar guerra contra os não-rationais (REALE e ANTISERI, 2004).

Neste momento histórico, constata-se também que a França passava por várias desestruturas sociais, econômicas, políticas e religiosas, culminando no período de Revolução Francesa. Mas, para que as idéias iluministas adentrassem a sociedade francesa e européia, os pensadores iluministas produziram a obra *Encyclopédie* (PADOVANI e CASTAGNOLA, 1978).

Segundo Mayr (1998), o filósofo francês Denis Diderot (1713 – 1784) se dedicou mais aos estudos sobre os seres vivos, disponibilizando vários artigos na *Encyclopédie*, em debates sobre “a origem e natureza da vida, acidente ou determinismo, as interações das moléculas, a geração espontânea, o papel do meio ambiente e problemas similares” (1998, p. 379).

A *Encyclopédie* se constituía numa espécie de livro-dicionário publicado na França no século XVIII, com o objetivo claro de divulgar os conhecimentos científicos, filosóficos, históricos e artísticos, além de técnicas e instrumentos, possibilitando a todas as camadas sociais, o acesso ao conhecimento até então desenvolvido (EB, 2007).

Para os enciclopedistas, a única forma de conhecer a verdade científica seria por meio da experimentação. Também, que a defesa pela liberdade de pensamento permitia o retorno às origens do homem natural, possibilitando que naturalistas resgatassem as idéias transformistas, desde os tempos dos gregos, como processo de formação e origem de todas as coisas (BRANCO, 2004). A

discussão ainda não se detinha para a transformação dos seres vivos, principalmente a do homem, tanto que Voltaire ria da possibilidade de uma evolução das espécies (COTRIM, 2006).

Não obstante, as idéias transformistas e de liberdade de pensamento sofriam impasses provocados pela Igreja Católica, uma vez que esse conjunto impresso de conhecimentos defendia pensadores protestantes e desafiava os dogmas religiosos.

A estrutura pela qual a *Encyclopédie* foi organizada era inspirada no pensamento do filósofo britânico Francis Bacon, com base nos conhecimentos por ele instaurados e defendidos: (1) *memória*, proporcionando a disseminação de textos históricos; (2) *razão* (filosofia – história natural), proporcionando a disseminação de textos filosóficos e naturalistas; (3) *imaginação*, proporcionando a disseminação de textos poéticos e artísticos. Destaca-se que, os textos de discussão teológica formavam um ramo da filosofia, caracterizando-os como sujeitados à razão humana.

Difícilmente se conseguiria, e nem se teria espaço neste referencial, para elencar todos os pensadores que participaram durante e após a publicação desta obra, mas pelo menos dois dos mais de 130 colaboradores participantes do conjunto de pensadores que contribuíram com este material. Um deles, Louis-Jean-Marie Daubenton (1716 – 1800), médico e naturalista; e o outro, Paul Henri Thiery (Barão D’Holbach, 1723 – 1789), naturalista; ambos contribuíram com escritos sobre filosofia e história natural (EB, 2007).

Daubenton tornava muito conhecido na França por ter descrito em detalhes anatômicos e fisiológicos, aproximadamente 180 espécies de animais quadrúpedes, além de descrições de fósseis, vegetais e minerais. Juntamente com o naturalista Georges-Louis Leclerc de Buffon (1707 – 1788), contribuíam com o desenvolvimento da história natural, formando as bases para um pensamento mais científico do que filosófico (EB, 2007).

Buffon eferveceu o pensamento científico com sua obra *Les époques de la nature*²⁶, onde escreveu importantes afirmações sobre a inexistência do

²⁶ Os tempos da natureza [tradução nossa].

dilúvio, apontando “peças” vestigiais nos animais e que teriam sido úteis um dia (MAYR, 1998).

Com isso, seus pensamentos apontavam para a preferência pelo caráter transformista ao espontâneo da geração dos seres vivos. Ambos influenciaram no desenvolvimento das idéias de Lamarck e Darwin sobre a evolução das espécies.

O outro naturalista, o Barão D’Holbach, publicou em 1770 o livro *Le système de la nature*²⁷ no qual defendia que os fenômenos naturais compreendiam um sistema complexo e físico, organizado de acordo com leis mecanicistas de causa e efeito. Nesse sentido, não somente a morfologia humana seria regida pela ordem mecânica de funcionamento, mas também o sistema natural como um todo, ampliando o que Lineu teria publicado, com idéias ainda precoces, nas novas versões da obra *Systema naturae*.

Lineu contribuía com a publicação das novas versões e de novos textos, para o entendimento sobre a distribuição geográfica dos vegetais nas diversas regiões da Terra, descrevendo sobre climas e possibilidades de adaptação dos animais nessas regiões, fortalecendo assim a necessidade de explicar as relações entre os seres vivos (MAYR, 1998).

D’Holbach contribuiu com os princípios da ciência experimental, uma vez que esta fundamentou suas bases a partir das relações constantes entre os fenômenos. D’Holbach, assim como Daubenton e Buffon, formulava as bases para que, 5 anos após sua morte, o médico e naturalista Erasmus Darwin (1731 – 1802) publicasse idéias contrárias à imutabilidade dos seres vivos, principalmente à imutabilidade do homem (REALE e ANTISERI, 2004).

O naturalista francês Georges Buffon (1707 – 1788), mudava o rumo da história natural construída e mantida enquanto tradição até Lineu, onde o objetivo maior era organizar os seres vivos a partir de descrições de semelhanças básicas, possibilitando classificá-los hierarquicamente. Sua obra *Histoire naturelle*²⁸, publicada em 1749, mantinha ênfase nos animais vivos e a história de vida desses animais, exercendo grande influência nos estudos sobre ecologia tempos depois (MAYR, 1998).

²⁷ O sistema da natureza [tradução nossa].

²⁸ História natural [tradução nossa].

Embora como nos tratados taxonômicos de Lineu, se ocupasse da diversidade da natureza, a abordagem de Buffon era fundamentalmente diferente. A identificação era a última das suas preocupações; ele desejava acima de tudo traçar imagens vivas dos diversos tipos de animais. Ele rejeitava o pedantismo dos escolásticos e humanistas, e nada queria saber da sua ênfase em categorias lógicas, essências e descontinuidades. Ele inclinava muito mais em favor das idéias promovidas por Leibniz, nas quais se acentuavam a plenitude e a continuidade, e para o conceito aristotélico da escala da perfeição. Para Buffon, isso se afigurava uma visão da natureza muito superior à insípida compartimentação dos 'nomenclatores', termo com o qual se referia desdenhosamente a Lineu e aos seus discípulos (MAYR, 1998, p. 210).

Segundo Mayr (1998), Buffon foi brilhante na popularização desse novo olhar sobre os seres vivos, com idéias estimulantes, novas e ousadas para o contexto da época. “Ele teve uma enorme influência liberal no pensamento contemporâneo, em áreas tão diferente como a cosmologia, o desenvolvimento embrional, as espécies, o sistema natural, e a história da Terra” (MAYR, 1998, p. 125), além de todas as relações históricas e sociais ocorridas com as idéias iluministas.

Buffon e a descendência da escola francesa concentravam olhares para a diversidade natural, enquanto os que compartilhavam do estilo de pensamento biológico descritivo enfatizavam aspectos de caracteres que pudessem facilitar a identificação taxonômica dos seres vivos. Essas e outras diferenças podem ser destacadas no sentido de evidenciar o momento de transformação na forma de pensar o fenômeno vida, caracterizado ainda sob os seres vivos e a organização destes no espaço natural.

Com base em Mayr (1998), dialoga-se com Lineu e Buffon no sentido de afirmar que o primeiro concentrava-se nos caracteres entendidos como essenciais, muitas vezes se utilizando de um único caracter diagnóstico, não dando atenção aos detalhes descritivos que poderiam ser reconhecidos com base nesses caracteres; o segundo deles, assumindo o contraste na forma de pensar a classificação dos seres vivos, insistia no reconhecimento a partir da utilização de caracteres múltiplos, “incluindo a anatomia interna, o comportamneto e a distribuição geográfica” (1998, p. 211). E completa afirmando que “para ele [Buffon], 'natural' significava prático, não 'refletindo a essência', como para Lineu” (p. 211).

Entende-se como necessário, nesse momento, chamar a atenção para as repercussões dos trabalhos de Buffon. Para Mayr (1998), Buffon por certo não avançava na teoria da evolução, mas indubitavelmente contribuía com a construção de um corpo novo de conhecimentos para Lamarck e outros naturalistas e o entendimento dos seres vivos a partir da instauração do estilo de pensamento biológico evolutivo.

Considerações sobre o pensamento biológico mecanicista

No mesmo momento histórico, marcado pelo pensamento biológico descritivo e pela tradição da história natural, em que a atividade científica se voltava à explicação racional da natureza e à descrição dos seres vivos, o meio filosófico iniciava discussões à proposição de um método científico para compreender os fenômenos da natureza. Muitos foram os pensadores que contribuíram com a proposição desta nova forma de pensar a ciência, interferindo na compreensão do fenômeno vida (PARANÁ, 2006).

Em meio a este contexto, a evidência do método indutivo como forma de investigação, controle e sistematização, permitiu que o médico Willian Harvey (1578 – 1657) sistematizasse no começo do século XVII, proposições que pudessem contribuir para uma nova forma de pensar o fenômeno vida, por meio do pensamento biológico mecanicista.

O modelo de circulação do sangue proposto principalmente por Harvey teria sido acolhido por Descartes (1596 – 1650) como sendo um dos elementos mais consistentes para explicar a natureza mecânica desse fenômeno. Por muitos anos, a forma descritiva e a mecanicista conviveram como formas distintas de compreender o fenômeno vida. Assim, a forma mecanicista dos estudos anatômicos e fisiológicos constitui as bases para que pensadores, como Galileu, Descartes e Newton, pudessem pensar dedutivamente em leis universais para o controle da natureza.

O pensamento biológico mecanicista ganhava adeptos e o fortalecimento de suas proposições acontecia também com os questionamentos sobre a origem

da vida, por conta das idéias sobre biogênese, e com o aperfeiçoamento do microscópio (PARANÁ, 2006).

Sob a influência do pensamento positivista e a exigência das ciências experimentais no final do século XVIII, o pensamento biológico mecanicista contribuiu para “o fracionamento dos organismos vivos em partes cada vez mais especializadas e menores procurando compreender as relações de causa e efeito no funcionamento de cada uma de suas partes” (PARANÁ, 2006, p. 5).

5.2. O ESTILO DE PENSAMENTO BIOLÓGICO MECANICISTA

A vida do médico britânico ...

William Harvey (1578 – 1657) nasceu em Folkestone e por volta dos vinte anos, se transferia para a Universidade de Pádua, na Itália, para estudar medicina. Pádua, naquele período histórico era referência na formação médica na Europa (DELIZOICOV, 2002). Em Pádua, estudou sob a orientação de Hieronymus Fabricius, nome latinizado para Girolano Fabrici (1537 - 1619), anatomista italiano, e este, ex-orientando de Gabriel Fallopio (1523 - 1562), anatomista e médico (EB, 2007).

Os trabalhos médicos de Fabricius na Universidade estavam carregados de tradição biomédica grega, perpassados pelas contribuições de Galeno, especialmente na anatomia e embriologia comparadas. Harvey se apropriou de técnicas de dissecação de animais para observar e descrever, assim como Fabricius, a estrutura e função dos órgãos, no que diz respeito à atividade, a função e a finalidade de cada um deles (PORTER, 2007).

Em 1602, retornava à Inglaterra e integrava-se ao College of Physicians e, em 1607, como médico do St. Bartholomew's Hospital, onde desenvolvia investigações sobre embriologia, anatomia comparada e fisiologia da circulação. Como médico oficial da corte de Jaime I (1603 – 1625) e Carlos I (1600 – 1649), Harvey realizava diversos trabalhos anatômicos de dissecação com diferentes

grupos animais vindos dos parques reais, em comparação com cadáveres (DELIZOICOV, 2002).

Por volta de 1616, o trabalho de Harvey assumia caráter significativo, juntamente com trabalhos de outros médicos, baseado na proposição de que os estudos anatômicos deveriam se voltar para o uso e as ações das partes do corpo a partir da observação e da dissecação. Nessas observações, ateuve-se também o princípio do sistema de circulação do sangue (PORTER, 2007).

Com a confirmação dos trabalhos do anatomista italiano Realdo Colombo (1516 – 1559), sobre a circulação pulmonar, juntamente com outros trabalhos oportunos, possibilitaram a Harvey a sistematização total da circulação do sangue pelo corpo, o trabalho muscular do coração, sístole e diástole e os batimentos cardíacos (PORTER, 2007).

Harvey identificava falhas na proposição de Galeno sobre a circulação do sangue pelo corpo humano. Tal proposição, resistente como estilo de pensamento por aproximadamente 1500 anos, passou a mostrar fragilidades e sofrer complicações, com a inserção de vários outros entendimentos sobre a função dos órgãos, culminando com as conclusões e sistematizações de anatomistas do século XVI (DELIZOICOV, 2002).

Em meio a este contexto, Harvey teve a oportunidade de estudar, juntamente com outros médicos de seu tempo, publicações deixadas por outros pensadores e anatomistas anteriores a sua época e que contribuíram para a construção do estilo de pensamento biológico mecanicista.

O contexto histórico do estilo mecanicista ...

Como afirma Delizoicov (2002), possivelmente Harvey vivenciava os acontecimentos do momento renascentista, com a emergência de uma visão mecânica para a compreensão do corpo e demais fenômenos naturais.

Na renascença, seguindo a tradição grega aristotélica, os interesses pela história natural e pelos estudos anatômicos foram recuperados. Ambas as tradições pertenciam aos cursos de medicina e os que atuavam nessas áreas

eram professores de medicina das universidades ou médicos práticos (MAYR, 1998).

Com esses interesses renovados, destacavam-se os avanços significativos nos estudos anatômicos, com a originalidade de certas práticas e a necessidade da circulação intercoletiva de idéias, que acabaram por romper “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” (DELIZOICOV, 2002, p. 23).

Como argumentado anteriormente, acontecimentos e transformações culturais, políticas, sociais e econômicas propiciaram para que o período do renascimento se caracterizasse como momento de possibilidades voltadas à sistematização do conhecimento científico, com o desenvolvimento 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 (DELIZOICOV, 2002, p. 23).

Em meio ao contexto renascentista italiano, Harvey se destacava no centro científico de Pádua, com a publicação da obra *De modu cordis* no ano de 1628, sob o qual se percebe grande influência do desenvolvimento artístico presente nos acontecimentos desse período histórico, até mesmo na sua forma de linguagem. Nas páginas desse livro, Harvey dedica à exaltação do coração como “sol do microcosmo”, tema esse pertencente à literatura da época (ROSSI, 2001).

Embora seja dado a Harvey o reconhecimento pela descrição metódica da circulação do sangue pelo corpo humano, o inglês William Shakespeare (1564 – 1616) teria feito referência a este sistema de circulação em um de seus trabalhos, *Coriolanus*, publicado por volta de 1623 (ROSSI, 2001; EB, 2007).

No entendimento de Delizoicov (2002), o trabalho de Harvey possibilitou a ruptura completa com o processo de transformação que vinha se estabelecendo no agir e no pensar médico, particularmente no entendimento do sistema a partir do pensamento que se estendia desde os tempos gregos.

Considerando que o estilo de pensamento comporta uma visão de mundo, um corpo de conhecimentos que se caracteriza por uma linguagem própria, com um sistema fechado de crenças, particularmente sobre o funcionamento dos organismos vai se constituindo uma forma própria de pensar sobre eles, onde se achavam agregados elementos de vários coletivos de pensamento.

Os egípcios mantinham uma prática médica e seus conhecimentos sobre a anatomia humana provinham das práticas de embalsamento. Os tempos históricos seguintes foram marcados pela influência do conhecimento mítico e indutivista, atribuindo ao fígado o centro das emoções e ao coração, o centro intelectual. Com a civilização babilônica, o conhecimento sobre as partes anatômicas possibilitaram a classificação dos animais (PESSOA Jr., 2004).

PESSOA Jr. (2004) estabelece critérios de organização para as principais escolas médicas no período dos gregos e que mantiveram seus conhecimentos e a forma de pensar sobre os seres vivos. Existiam quatro principais escolas de pensamento médico: a pitagórica, liderada principalmente pelo filósofo pré-socrático e médico grego Alcmeon de Crotona, um dos discípulos de Pitágoras (580 – 497 a.C.), acreditava ser a saúde um equilíbrio de forças dentro do corpo, considerando o cérebro como centro das sensações, realizava dissecações de cadáveres humanos; a siciliana, liderada principalmente pelo filósofo Empédocles (483 – 430 a.C.), enfatizava a importância do ar, porém sustentava a ideia dos quatro princípios; a jônica, principalmente pelo filósofo Anaximandro, realizava algumas dissecações anatômicas, procurando a causa, o princípio natural, múltiplo e mutável; e de Abdera, da qual participava o atomista Demócrito (460 – 370 a.C.).

Com a crença de que tudo na natureza se mantém vivo, os deuses estão presentes nessa natureza, considerada ativa, criativa e animista. Os gregos mantinham a concepção de que as doenças eram fenômenos naturais e que os

efeitos de causas naturais estavam distantes da ação divina. Hipócrates de Cós (460 – 377 a.C.), um dos médicos mais importantes da tradição biomédica grega, deixava a coleção *Corpus hippocraticum*, contendo uma série de descrições de ordem clínica, com diagnósticos sobre várias doenças.

Como afirma Mayr (1998), depois de Aristóteles, duas tradições gregas foram importantes historicamente por fazerem sentido e fortaleceram o estilo de pensamento biológico descritivo: uma delas, a história natural e os interesses sobre a organização dos seres vivos da escala natural; e a outra, mantida pela tradição biomédica da escola de Hipócrates, que alcançou seu máximo desenvolvimento com Galeno cuja influência perdurou até o século XIX.

Esse corpo de doutrina, desenvolvido mais exatamente pelos alexandrinos (Herófilo e Erasítrato), e por Galeno e sua escola, constituiu a base para o ressurgimento da anatomia e da fisiologia durante a Renascença, particularmente nas escolas italianas. A pesquisa sobre anatomia humana e a fisiologia era o maior interesse da biologia, desde o período pós aristotélico até o século XVIII. Para a ciência como um todo, de qualquer maneira (...) os desenvolvimentos da filosofia eram de longe mais importantes do que as descobertas concretas na anatomia e na fisiologia (MAYR, 1998, p. 109).

O próprio Hipócrates, em outros escritos depois da coletânea, lançou críticas a importação da filosofia para a medicina, deixando de lado, por exemplo, a observação sistemática da evolução do paciente. Salientou que a medicina é uma arte, *tecne*, que requer prática e não necessitaria de hipóteses (PESSOA Jr, 2004).

O pensamento do médico romano Claudio Galeno (130 – 200), um dos responsáveis por sistematizar e disseminar o conhecimento biomédico do mundo antigo, predominava nessa tradição até as intervenções que começaram a ocorrer no período renascentista. “Era dotado de grande poder persuasivo o que acabou, também, contribuindo para que seu sistema explicativo, ajustado à visão de mundo da época, se instaurasse” (DELIZOICOV, 2002, p. 83).

Boa parte dos conhecimentos obtidos por Galeno para explicar o trajeto do sangue no corpo, deriva dos alexandrinos. Para ele, o princípio vital era incorporado do exterior ao corpo no ato da respiração, chegava aos pulmões pela traquéia e ao coração, permanecendo do lado esquerdo desse órgão

(DELIZOICOV, 2002). Tal forma de compreender o sistema sanguíneo no corpo humano permaneceu por longa data.

Esses e outros conhecimentos sistematizados e mantidos por Galeno foram sendo construídos historicamente e serviam de suporte para que ele pudesse explicar como o sangue percorria pelo interior do corpo humano. Essas explicações, apesar de contestadas séculos mais tarde, se sustentavam por se apresentarem mais consistentes do que as explicações empíricas dos alexandrinos. Segundo Delizoicov (2002), “dentre as 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” (p. 89).

De acordo com Mayr (1998), nada de propriamente importante teria acontecido com os estudos anatômicos e fisiológicos até a Renascença, com exceção dos trabalhos de tradução dos textos de Aristóteles pelos árabes no século XII, disseminando o conhecimento pelo ocidente. Em contrapartida, dos árabes, possivelmente viesse à tradição da experimentação, podendo-se “chegar ao ponto de afirmar que eles lançaram os fundamentos sobre os quais mais tarde fez surgir a ciência experimental” (p. 113). Lembra Mayr (1998) que a alquimia fazia parte desse contexto.

As argumentações descritas anteriormente, onde se apresentava a evolução do pensamento biológico desde os tempos de Alexandria, passando pelo fortalecimento do pensamento Cristão, pela patrística e escolástica, até o contexto histórico marcado pelo Renascimento e pelo Humanismo, são significativas tanto para a tradição da história natural quanto para a tradição biomédica.

Por longo tempo tem predominado o estilo de pensamento biológico instaurado no tempo de Galeno e a transformação para uma nova forma de pensar os estudos anatômicos e fisiológicos, principalmente sobre a circulação do sangue pelo corpo humano, culminam com os trabalhos médicos do final da Idade Média e Renascimento, até os séculos XVII e XVIII, com as discussões sobre o preformismo e o epigenismo, entre o vitalismo e o mecanicismo.

Os conhecimentos anatômicos e fisiológicos construídos historicamente eram ensinados nas escolas medievais européias de uma forma literária,

influenciadas pelo contexto renascentista e humanista, por conta da livre circulação de idéias entre artistas, pintores, escultores e anatomistas (REALE e ANTISERI, 2004).

A literatura e a pintura foram importantes para o aperfeiçoamento das técnicas pelo conhecimento já sistematizado e tido como científico, metódico, com aplicação da geometria e da perspectiva, o que permitia aos artistas a produção tridimensional na representação da vida, dos seres vivos e do homem, em quadros e esculturas.

Um importante literato renascentista foi Nicolau Bernardo Maquiavel (1469 – 1527). Mas o que Maquiavel, sendo historiador e político tem a ver com a concepção de ciência e do fenômeno vida do período renascentista? Maquiavel elaborou uma manobra para escrever sobre a realidade do Estado e o Governo. Para isso, usou de um método que rompe com a tradição medieval, fundamentando-se no empirismo e na análise dos fatos utilizando como “pano de fundo” o cenário da Roma Antiga (PADOVANI e CASTAGNOLA, 1978; REALE e ANTISERI, 2004).

A base empírica para a sustentação de uma teoria política possibilitava descrever as práticas refletidas sobre ela. Desta forma, o pensamento científico se fortalecia aos poucos. Maquiavel escreveu a obra *O Príncipe*, na qual apresentava as bases do absolutismo presente desde Agostinho de Hipona (354 – 430) e que se fortalecia com o filósofo inglês Thomas Hobbes (1588 – 1679). Ambos, Maquiavel e Hobbes, estabeleceram uma ordem mecânica e harmônica para a política (ROSSI, 2001).

A pintura renascentista promovia grandes avanços nos estudos voltados aos fenômenos naturais e na expressão humana. Assegurava ao conhecimento científico, até então elaborado e pouco sistematizado, nova movimentação de pensamento (REALE e ANTISERI, 2004).

Dentre os pintores renascentistas, destacava-se Giotto Di Bondone (1266 – 1337) que explorava novas técnicas dando “vida”, movimento e expressão aos personagens até então tidos como estáticos. O mais influente em Bondone foi que suas pinturas retratavam a identificação dos santos da Igreja Católica como seres

humanos de aparência comum, o que vem ao encontro da visão humanista do mundo.

Desta forma, deslocava do metafísico ao físico, possibilitando à Igreja a conquista de espaços territoriais onde os dogmas religiosos não expressavam tanto valor. Suas esculturas procuravam obter a altura e o volume real das pessoas, possibilitando perceber a importância dos avanços técnicos por meio dos conhecimentos matemáticos e humanistas (CHASSOT, 2005).

Além de Bondone, outros pintores possibilitavam mudanças que asseguravam, juntamente com outros círculos de pensamento, as transformações no final da Idade Média. Dentre eles, Fra Angelico (1387 – 1455); Andrea Mantegna (1431 – 1506), influenciado pelo pensamento de Petrarca e Botticelli e influenciador dos trabalhos de Leonardo da Vinci (1452 – 1519); Alessandro Di Mariano Filipepi (Sandro Botticelli, 1445 -1510) que participou de círculos intelectuais recebendo influências do neoplatonismo cristão; Michelangelo Buonaroti (1475 – 1564) com uma arte humanista voltada para um homoerotismo; e Raffaello Sanzio (1483 – 1520) humanista e pensador neoplatônico que influenciou novos trabalhos com estilo barroco (EB, 2007).

Esses pintores retrataram a natureza em suas obras de arte, constituindo para os conhecimentos naturais, uma posição importante. Utilizavam de verdadeiro perfeccionismo, assegurando admirável perfeição, com detalhes precisos, principalmente das plantas. As ilustrações envolvendo animais também foram muito apreciadas pelos pintores humanistas (RONAN, 1997).

Leonardo da Vinci entranhava seus estudos por vários campos do conhecimento, dentre eles a engenharia, a arquitetura, a matemática, a física e a biologia. Da Vinci, por meio da arte e da ciência, tentava entender os fenômenos da natureza, sem enfatizar explicações teóricas. A natureza era vista como contemplativa e em condições de suprir as necessidades humanas. O filósofo naturalista mantinha como um de seus desejos, o de contemplar o mundo natural, admirando suas maravilhas, sem a preocupação em transformá-lo, mas dele apropriar modelos para suas invenções (REALE e ANTISERI, 2004).

Presenciava várias autópsias ao ponto de registrar a anatomia com detalhes. Um de seus mais contundentes trabalhos é o *Estudo dos embriões*,

confeccionado aproximadamente em 1510. Produziu também estudo detalhado do vôo dos pássaros e da estrutura do olho humano (REALE e ANTISERI, 2004).

Da Vinci aplicou idéias de simetria e proporção à anatomia humana, para a criação da obra *O homem vitruviano*, conceito inicialmente criado por Marco Vitruvio Polião (século I a.C.), descrito para um modelo ideal de homem cujas proporções são perfeitas. Tal perfeição vista em seus trabalhos, envolvia estudos das manifestações naturais, no sentido de agradar a Deus (REALE e ANTISERI, 2004).

Segundo Delizoicov (2002), os cadernos de registro de Leonardo da Vinci se encontravam cheios de desenhos envolvendo maquinarias. Nesse sentido, caminha para uma nova forma de pensar sobre os seres vivos, sobre a vida, comparando-a ou reduzindo-a ao modelo de expressão claramente influenciada pela mecânica (ROSSI, 2001). “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” (DELIZOICOV, 2002, p. 104).

Por conta das influências literárias sobre a forma de pensar os fenômenos naturais, nas escolas medievais, os professores recitavam Galeno enquanto um assistente dissecava as partes correspondentes. Tal procedimento mudava com as práticas de trabalho aplicadas pelo médico belga André Vesalius (1514 – 1564), onde ele mesmo participava ativamente das dissecações, com a inserção de novos instrumentos técnicos (MAYR, 1998).

Vesálius publicou seus trabalhos anatômicos, com inúmeras ilustrações, dentre eles o *De humani corporis fabrica*, em 1543. Nessa obra, praticamente um atlas anatômico, corrige alguns pontos afirmados por Galeno, hoje entendidos de forma diferente, começando uma nova era para a anatomia e a fisiologia, que supera o apego escolástico ao estilo aristotélico, substituindo os textos tradicionais pelas observações diretas.

Os sucessores de Vesálius, dentre eles Bartolomeo Eustacchi (1514 aprox. - 1574), Realdo Colombo, Andrea Cesalpino, Gabriele Fallopio e Girolano Fabrici, que se apropriaram dessa nova forma de olhar para os fenômenos vitais, deixaram contribuições importantes para os estudos de anatomia comparada e

para a embriologia. “A relevância particular desse desenvolvimento é que ele [Vesálius] proporcionou a base para o novo relance da fisiologia” (MAYR, 1998, p. 117).

Em meio a este contexto, caminhava-se para o processo de transformação do estilo de pensamento biológico descritivo, com base em induções sobre as funções dos órgãos conhecidos pelos estudos anatômicos desde os tempos dos gregos.

A ordem mecânica da natureza ...

Harvey conseguia sistematizar uma nova estrutura de conhecimentos voltados a uma nova forma de olhar para a anatomia no século XVII. Porém, resgatava a idéia teleológica presente no estilo de pensamento biológico descritivo, considerando que “cada órgão tem uma função passível de ser descoberta, em seu funcionamento e em suas relações com os demais órgãos do organismo” (DELIZOICOV, 2002, p. 114).

Nesse sentido, retomava-se a idéia de que o fenômeno vida era regido e animado por uma *força vital*, a qual regula todas as propriedades que compõem a matéria viva e todos os fenômenos que dela derivam. Esta concepção vitalista, advinda desde a antiguidade e que perpassou a história fortalecendo as bases da Igreja, assume o ser vivo como um sistema fechado de fenômenos, que o distingue de um simples funcionamento mecânico (RUSS, 1994).

O pensamento vitalista perpassou o pensamento grego e contribuiu com Galeno na contraposição ao todo (indutivista e vitalista) do organismo, particularizando o funcionamento das partes de acordo com a disposição dos humores. Na Idade Média, as atividades médicas foram restringidas ao tratamento do corpo físico, enquanto a alma restringia à Igreja. O vitalismo perde forças nos séculos XVI ao XVIII e deixa de se manifestar nos seres vivos, enquanto esses passavam a ser vistos regidos por leis mecânicas, funcionando de forma análoga a uma máquina (ROSSI, 2001); porém, assegura pensadores até os dias atuais, fortalecido pelos estudos holísticos voltados ao organismo vivo (EMMECHE e EL-HANI, 2000; ROSSI 2001).

O uso de técnicas e os acontecimentos voltados à engenharia, promovidos durante a Renascença, formaram as bases para um jeito novo de encarar as coisas: a mecanização da imagem do mundo (MAYR, 1998).

Nesse contexto, como mencionado anteriormente neste trabalho, concentravam-se uma variação de acontecimentos ocorridos no sentido de marcar a transição para a ciência moderna. O desenvolvimento, por exemplo, das ciências microscópicas, possibilitavam o avanço na descrição de um mundo vivo até então não explorado. Tal entendimento da natureza a partir de leis mecânicas somente fora possível com a apropriação de técnicas e instrumentos (ROSSI, 2001).

Tanto para a microscopia, que possibilitava a observação do mundo microscópico dos seres vivos, quanto à dissecação mais detalhada e aperfeiçoada tecnicamente, foram práticas necessárias diante dos acontecimentos daquele momento histórico; porém, necessária também a aproximação da história natural e biomédica dos conhecimentos físicos e químicos, possibilitando o entendimento das funções orgânicas anteriormente atribuídas à *força vital*, agora atribuída a princípios físico-químicos associados de forma harmônica, precisamente funcionando analogamente a uma máquina (RONAN, 1997; ROSSI, 2001).

Para a ciência, seria passar de uma realidade observável para uma realidade não-observável, necessariamente elaborando modelos. Robert Hooke, físico inglês, nas palavras de Rossi (2001), participava constantemente das discussões sobre a constituição da matéria. Afirmava também que, se não temos órgãos de sentido capazes de perceber as atividades reais da natureza esperavam que, “num futuro próximo, o microscópio poria em condições de observar as estruturas verdadeiras e indivisíveis dos corpos” (2001, p. 240).

No entendimento de Hooke, a estrutura interna da matéria e dos organismos vivos era inacessível aos sentidos. Segundo Rossi (2001, p. 242), “o caminho a percorrer, por conseguinte, é obrigatório: devemos instituir analogias entre os efeitos produzidos por entes hipotéticos e efeitos produzidos porque, ao contrário, são acessíveis aos sentidos. A partir de uma analogia dos efeitos, podemos remontar a uma analogia das causas”.

Robert Hooke, aplicando o método indutivo de investigação instituído por Francis Bacon, baseado em semelhanças, comparações, analogias e passagem de analogias a causas, “aplica o modelo da capilaridade [...] à circulação linfática das plantas; utiliza a lei da elasticidade para a explicação de fenômenos geológicos (a formação de nascentes); pensa que os resultados que alcançou nas suas pesquisas sobre a luz podem ser estendidos aos fenômenos do magnetismo, da refração e da condensação” (ROSSI, 2001, p. 242).

Essa mecanização da imagem do mundo permitiu que se alcançasse primeira culminância com os pensadores do início do século XVII, dentre eles Galileu Galilei. Este pensador, também foi importante como abordado, para a extensão do estilo de pensamento biológico descritivo.

Pensadores do contexto de Galileu disseminavam que a natureza era um sistema ligado a leis da matéria em movimento, onde tudo devia ter uma causa mecânica e poderia ser quantificado, medido ou mensurado (MAYR, 1998), favorecendo a instauração e a permanência do estilo de pensamento biológico mecanicista, caminhando em termos históricos para a apropriação desse modelo por médicos daquele contexto histórico. Essa forma de pensar os fenômenos da natureza conduzia ao desenvolvimento e ao uso de instrumentos para determinar quantidades, ao cálculo das regularidades e generalizações, à dependência da observação e do experimento, em vez de um mundo regido por dogmas e forças vitais.

Pensar em um sistema biológico com funções análogas ao funcionamento de uma máquina seria mais do que pensar uma visão de mundo que considerava todo o universo semelhante a um grande relógio, construído por um Grande Relojoeiro. Porém, referir-se “ao fato de que os eventos naturais que constituem o mundo podem ser descritos e interpretados por meio de conceitos e dos métodos daquela parte da física que é chamada mecânica, e que é a ciência dos movimentos” (ROSSI, 2001, p. 243).

O estilo mecanicista de entender e compreender os fenômenos naturais manteve suas origens práticas e suas ligações iniciais com as máquinas, bem como com a maneira de pensar dos artesãos, dos engenheiros, dos mestre de

oficina e dos mecânicos. A chamada filosofia mecânica tem como base alguns pressupostos, apresentados por Rossi (2001):

A natureza não é a manifestação de um princípio vivo, mas é um sistema, de matéria em movimento governado por leis; tais leis podem ser determinadas com exatidão matemática; um número muito reduzido dessas leis é suficiente para explicar o universo; a explicação dos comportamentos da natureza exclui em princípio qualquer referência às forças vitais ou às causas finais (ROSSI, 2001, p. 244).

Com base nesses pressupostos, explicar fenômenos da natureza significa construir modelos mecânicos que “substituem” os fenômenos reais que se pretendem analisar. Nessa visão de mundo, a (re)construção se torna mais adequada ao mundo real quanto mais o modelo for construído mediante elementos quantitativos e prontos para serem reduzidos geometricamente.

Como contribuição para a biologia, mediante aproximação mecanicista, inclui-se as mensurações do volume de sangue, por Harvey; também estudos realizados por anatomistas como Giovanni Alfonso Borelli (1608 – 1679) e Marcelo Malpighi (1628 – 1694).

Harvey, ao realizar experimentos em animais vivos, pôde observar e constituir complicações ao estilo de pensamento sobre a circulação do sangue advindo de Galeno. Um dos pontos levantados por Harvey diz respeito a grande quantidade de sangue mobilizada no interior do corpo num determinado período de tempo. Em outras palavras, seria mudar o ponto de vista para a lógica mecanicista de análise sobre o funcionamento do organismo. Deixar de se preocupar com o que faz cada órgão em particular para se preocupar com um sistema de funcionamento.

Como afirma Delizoicov (2002),

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 (DELIZOICOV, 2002, p. 118).

Rossi (2001) traz do pensamento de Malpighi registrado na obra *De pulmonibus*, de 1689, o entendimento de “o que é o coração senão uma mola, os nervos senão muitas cordas e as articulações senão muitas rodas?” (2001, p. 246). Da obra *L'homme*, de Descartes, traz o entendimento de que as referências aos relógios, aos moinhos, aos chafarizes, à engenharia hidráulica são insistentes e contínuas.

Concordando com Rossi (2001), “talvez ninguém mais do que o filósofo René Descartes (1596 – 1650) contribuiu tanto para a difusão da imagem mecanicista do mundo” (MAYR, 1998, p. 119). Descartes contribuía com a visão de mundo mecanicista reduzindo os organismos a uma classe de autômatos, causando ofensa aos biólogos da época, uma vez que estes eram conduzidos pela predominância do estilo de pensamento biológico descritivo, carregado com a tradição vitalista.

Ao reduzir os seres vivos, incluindo o ser humano, a autômatos, comparava-os com uma máquina que se move sozinha por meio de rodas (articulações) ou de molas (coração), como acontece com os relógios (ROSSI, 2001). O filósofo francês acabava demonstrando, pelo fracasso do seu método, que não se podem saber sobre os fenômenos da natureza por meio de raciocínio matemático, alcançando mais pela dedução do que pela observação e experimentação.

Concordando com Mayr (1998), diante do contexto em que Descartes se encontrava, tinha duas opções:

- se aproximar do pensamento de Aristóteles, apropriado por Galeno, afirmando ser adepto do vitalismo, com uma concepção teleológica; ou
- rejeitar a alma, separando-a do corpo físico, reduzindo o organismo a um pedaço de matéria inanimada, encontrando resistência por conta de que a maioria dos biólogos da época eram adeptos do entendimento do organismo, mais do que apenas matéria inanimada.

Descartes, ao reconhecer o ser humano como contemplação divina, mudava seu ponto de vista, adotando, então, o dualismo entre corpo e alma (PADOVANI e CASTAGNOLA, 1978; MAYR, 1998; REALE e ANTISERI, 2004). As imprecisões e complicações apresentadas pelo mecanicismo para o contexto histórico, ainda predominante com a forma de pensar dos “aristotélicos” e “galiléicos”, a biologia encontrava novas visões de mundo, apontando para o entendimento do fenômeno vida a partir dos alquimistas e dos estudos da diversidade (MAYR, 1998). Esta nova forma de pensar o fenômeno vida se apresentava com possibilidades mais consistentes do que as bases mecanicistas, fortalecendo as discussões contra as idéias fixistas, vitalistas e sobre a abiogênese.

Com a publicação de sua obra *Principia*, em 1687, o inglês Isaac Newton propunha uma mecanização da natureza com base matemática, procurando explicar por meio dos conhecimentos físicos a maioria dos fenômenos. Newton estudou matemática e física em Cambridge onde permaneceu como professor por um bom tempo. Seu pensamento sofria influência de vários de seus professores, dentre eles Descartes, com o pensamento mecanicista e Cavallieri, com defesa das concepções de Galileu e Kepler (EB, 2007).

O pensamento de Newton se transformava nas bases fundamentais para uma nova visão de mundo, especialmente porque ainda com grande coersão do pensamento teocêntrico, propôs ele que o mundo sempre teria sido regido por leis físicas, mecanicistas, invariáveis, cabendo à ciência determiná-las e conhecê-las matematicamente.

Na maneira de Newton ver o mundo, o pensamento científico tomava a função de descobrir as leis mecânicas e universais, enunciá-las e disseminá-las de forma precisa e racional. Neste contexto, descobrir significava para ele desvendar o que já existe, e sendo assim, a perfeição estava no funcionamento do próprio mundo como algo complexo e mecânico, como o funcionamento análogo a um relógio. Encontram-se elementos deste estilo de pensamento biológico mecanicista, anos mais tarde, no século XIX, nas defesas das idéias funcionalistas de sociedade sob o ponto de vista de Émile Durkheim (1858 – 1917) e William James (1842 – 1910) (ARANHA e MARTINS, 2003).

A Ciência passava a partir de então, a utilizar a máquina como “modelo explicativo da natureza e Deus [passava] a ser admirado como o Grande Construtor desse precioso engenho. Essas concepções, adotadas também para explicar o corpo humano, significaram mais um rompimento com o aristotelismo e uma adesão ao mecanicismo” (CHASSOT, 2005, p. 144).

Como exemplo do pensamento newtoniano, Mayr (1998) cita

a explicação do sangue quente nos mamíferos e nos pássaros, como sendo devida à fricção do sangue nos vasos sanguíneos, foi aceita por mais ou menos 150 anos, embora pudesse ter sido refutada por uns poucos em simples experimentos, ou pela observação da circulação sanguínea de anfíbios de sangue frio e de peixes do mesmo tamanho, como ratos e pássaros (MAYR, 1998, p.119).

A diversidade de seres vivos parecia não se adequar às leis físicas, contudo, as evidências da existência de um criador de tal diversidade tornavam um desafio para os estudiosos do século XVIII, em descobrir leis reguladoras dessa diversidade. Entender o funcionamento orgânico de um organismo a partir da filosofia mecânica não parecia tão complicado do que entender toda uma diversidade como resultado de leis físicas.

Percebe-se que, em pleno contexto de mudanças do estilo de pensamento biológico descritivo, as explicações de Harvey com base em modelos mecânicos de funcionamento das “peças” do organismo humano não sustentavam as explicações de toda uma diversidade de seres vivos, cada vez mais específica e de tamanho menor, apresentando imensa especialidade com o auxílio dos instrumentos físicos (ROSSI, 2001).

O interesse dominante do século XVIII era, segundo Mayr (1998), a descrição, a comparação e a classificação dos seres vivos, bem como os estudos descritivos, comparativos e funcionais das estruturas anatômicas e embriológicas, procurando melhores explicações para as questões que envolviam a origem, a geração e a diversidade dos seres vivos.

Os métodos de estudo descritivo, comparativo e cartesiano passavam a ser vistos no conjunto sistemático de análise dos processos que envolviam, não somente o organismo autômato, mas as interações estabelecidas entre esses

organismos, bem como as interações entre eles e a natureza, e também estudos envolvendo os fósseis.

A nova tradição, assim instaurada, alcançou um primeiro pico na obra de Cuvier, que, numa série de estudos metódicos, com particular ênfase nos invertebrados, demonstrou a ausência de quaisquer intermediários entre os maiores filos de animais, refutando assim completamente a existência de uma *scala naturae*. Estudos anatômicos comparativos posteriores a 1859 forneceram, todavia, com toda certeza, algumas das evidências mais convincentes em favor da teoria darwiniana da descendência comum (MAYR, 1998, p. 126).

É neste contexto de mudanças ocorridas principalmente entre os séculos XVII e XIX, de novas discussões sobre a imutabilidade da vida, o epigenismo, o transformismo e a biogênese, que se identificava um novo olhar sobre os fenômenos da natureza, o qual foi aos poucos contribuindo para que ocorresse o processo de transformação na forma de compreender e interpretar o fenômeno vida.

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).

Considerações sobre o pensamento biológico evolutivo

O pensamento biológico evolutivo se caracterizava por apresentar, a partir do século XVIII, proposições consistentes para a teoria da evolução dos seres vivos, em contrapartida a idéia de um mundo natural, porém contemplativo, estático e imutável.

Ao se questionar a imutabilidade da vida com base em evidências do processo evolutivo dos seres vivos, novos estudos passavam a ser apresentados principalmente por Erasmus Darwin (1731 – 1802) e Jean-Baptiste de Lamarck (1744 – 1829).

Erasmus Darwin, por acreditar na herança de características adquiridas e Lamarck, por acreditar na geração espontânea e desconsiderar a classificação dos seres vivos com base em caracteres descritivos, “pois deveria haver uma 'seqüência natural' para todas as criaturas vivas e que elas mudavam guiadas pelo ambiente” (PARANÁ, 2006).

No século XIX, Charles Darwin (1809 – 1882) apresentava suas idéias sobre a evolução das espécies em superação a concepção teológica criacionista, sobre espécies imutáveis desde a criação. Não somente os seres vivos atuais, mas do passado, tiveram origem evolutiva, considerando a seleção natural como o principal agente dessa modificação.

Segundo Futuyama (2002), Darwin valia-se de evidências evolutivas, consideradas como provas e suporte para a teoria da evolução das espécies: “o registro dos fósseis, a distribuição geográfica das espécies, anatomia e embriologia e a modificação de organismos domesticados” (FUTUYMA, 2002, p. 6).

Mesmo com comprovações das hipóteses evolutivas, faltavam explicações para Charles Darwin contrapor e superar as explicações fixistas; explicações essas de caráter hereditário. Com o estilo de pensamento biológico mecanicista ainda em voga no contexto científico, principalmente para explicar a ordem mecânica de funcionamento dos seres na sua individualidade, Gregor Mendel (1822 – 1884) propôs como resultado de seus estudos, um modelo usado para explicar a herança por misturas, das quais ainda contribuíam para a defesa dos ideais fixistas.

Tempos depois, Mendel apresentava um modelo explicativo sobre a transmissão de características entre os seres vivos. Por mais que Mendel tivesse acompanhado a transmissão, não se sabia ainda os mecanismos dessa transmissão. Também não se tinha conhecimentos sobre divisão celular (PARANÁ, 2006).

Em pleno século XX, conhecimentos genéticos, associados aos conhecimentos e avanços a partir da teoria celular, possibilitavam o reconhecimento dos trabalhos de Mendel, contribuindo para a apresentação de um modelo explicativo dos mecanismos evolutivos vinculados aos mecanismos

que envolviam o material genético, como por exemplo, sobre mitose, meiose e síntese protéica, marcando a influência para a constituição e consolidação do pensamento biológico evolutivo. Não obstante, a primeira metade do século XX marca a caminhada para tal consolidação do pensamento evolutivo ao mesmo tempo em que ocorre, marcadamente, a transição do pensamento mecanicista para o da manipulação genética.

5.3. O ESTILO DE PENSAMENTO BIOLÓGICO EVOLUTIVO

A vida do naturalista britânico ...

Charles Robert Darwin (1809 – 1882), naturalista britânico, nasceu em meio a uma família proeminente à elite intelectual da época. Charles Darwin, ao freqüentar a escola secundária, se interessava por coleções de minerais, de insetos e ovos de pássaros, e de caça. Juntamente com seu pai, passou uma temporada realizando trabalhos médicos, como assistente, e após, passou a estudar medicina na Universidade de Edimburgo (EB, 2007).

Como os cursos de medicina ofertavam disciplinas voltadas à área médica e também à história natural, Charles Darwin se aproximava mais da prática de taxidermia, criando certa aversão aos estudos cirúrgicos. Aos 16 anos, aprendia taxidermia com John Edmonstone (1793 - 1822), ex-escravo negro vindo da Guiana na América do Sul, resgatado por Charles Waterton (1782 – 1865), naturalista e explorador inglês. Edmonstone sempre incentivou Charles Darwin a conhecer as florestas tropicais da América do Sul (EB, 2007).

No segundo ano dos estudos universitários, Charles Darwin começava a participar de sociedades estudantis. Participava, por exemplo, da Sociedade Científica Pliniana, onde se lia com frequência textos sobre história natural. Na Sociedade conhecia o naturalista, Robert Edmund Grant (1793 - 1874), especialista em biologia marinha e zoologia dos invertebrados, lamarckista e conhecedor dos escritos de Erasmus Darwin sobre as características adquiridas (MAYR, 1998).

Logo cedo, Charles Darwin passava a utilizar-se do método hipotético-dedutivo que o acompanhava em todos os seus estudos. Contribuía com Grant nos seus estudos sobre o ciclo de vida dos animais marinhos. Com base nesses e em outros estudos, Charles Darwin formulava a teoria de que todos os animais possuíam órgãos similares, o que os diferenciavam apenas em complexidade.

Estudava geologia, principalmente sobre a sequência das camadas de rochas, determinando os processos e eventos que se formaram, com o professor Robert Jameson (1774 - 1854), num curso de história natural. No Museu da Universidade de Edimburgo, Charles Darwin contribuía para a classificação de plantas (EB, 2007).

No ano de 1827, afastado dos estudos de medicina, matricula-se em artes na Universidade de Cambridge com o objetivo de se tornar membro da Igreja, sendo que nessa época, eles tinham uma boa renda, aceitavam ser naturalistas por acreditarem também estar explorando as maravilhas criadas por Deus (RONAN, 1997; REALE e ANTISERI, 2004). Em Cambridge, passava parte do seu tempo coletando insetos, principalmente besouros, juntamente com seu primo William Darwin Fox (1805 – 1880).

Em Cambridge conhecia o geólogo, botânico e especialista em besouros John Stevens Henslow (1795 – 1861), ingressando-se no curso de história natural criado por Henslow. Na mesma época, Charles Darwin também conhecia os trabalhos do naturalista William Paley (1743 – 1805), este conhecido por fazer argumentações apresentando metáforas e analogias entre o relógio e o mundo. Em contraposição ao argumento de Paley, Charles Darwin passou a argumentar e a formular a teoria da seleção natural (MAYR, 1998; REALE e ANTISERI, 2004).

Inspirado pelos registros de Alexander von Humboldt, planejou viajar com colegas para a Ilha da Madeira em estudos de história natural nos trópicos. A Madeira é a principal ilha do arquipélago português, no Oceano Atlântico a oeste da costa africana, de origem vulcânica, apresentava uma paisagem única e uma flora bem exótica (EB, 2007).

Charles Darwin ingressava no curso de geologia sob o comando do geólogo e reverendo Adam Sedgwick (1785 – 1873), exímio coletor de rochas e fósseis e acabava por apresentar suas pesquisas sobre rochas em Devonshire,

Inglaterra, sob as quais encontrava um grupo diferenciado de fósseis que ocupavam uma divisão separada na escala de tempo geológico, o Devoniano (EB, 2007).

Mudava a viagem planejada à Ilha da Madeira para uma expedição que deveria mapear a costa da América do Sul, acompanhado pelo meteorologista Robert Fitz Roy (1805 - 1865), capitão do barco inglês HMS Beagle. A viagem se estendia por aproximadamente 5 anos, dos quais dois terços Charles Darwin esteve em terra firme.

Teve a oportunidade de observar uma rica variedade de características geológicas, fósseis e seres vivos. Realizou muitas coletas de espécies, muitas das quais ainda desconhecidas pelos naturalistas. Descrevia em suas detalhadas anotações sobre as relações comuns entre os seres que habitavam determinada região.

Participava de algumas sociedades científicas da época, mas aos poucos se afastava das atividades científicas por conta de problemas com sua saúde. Casa-se, em 1839, constituindo uma família grande. Muitos de seus filhos sofreram doenças e acreditavam no fato de sua esposa ser sua prima legítima.

Charles Darwin mantinha uma vida religiosa tipicamente ativa, pois acompanhava os preceitos da Igreja Anglicana. Ao mesmo tempo em que lia livros científicos em sua viagem a bordo do Beagle, mantinha-se ortodoxo lendo e citando a Bíblia como princípio de moralidade.

Faleceu em 1882, mas seus apontamentos deixaram marcas na história da ciência, instaurando um novo olhar sobre os fenômenos da natureza, vista até então como contemplativa e mantida por forças físicas mecânicas. Inferia incertezas quanto às funções dos órgãos, alterando o modo de olhar para a filosofia mecânica, dando novo sentido ao funcionalismo, ou seja, contribuía para o entendimento dos órgãos anatômicos não mais como função dada, mas como função desenvolvida sob a influência do ambiente nas características dos seres vivos.

A circulação de idéias ...

Nos seus estudos de história natural que realizava, Charles Darwin teve contato com várias obras e a sua formação se deu mais em torno dos conhecimentos de geologia, porém, conhecia amplamente as idéias transformistas advindas de Lamarck, que também passou a conhecer pelo seu avô Erasmus Darwin sobre a evolução das características adquiridas.

Durante a viagem com o HMS Beagle, Charles Darwin teve a oportunidade de ler a obra *Princípios de geologia*, do seu amigo naturalista Charles Lyell (1797 – 1875). Colaborou com Charles Darwin ao apoiá-lo com o livro *A origem das espécies*, apesar de não concordar inteiramente com o princípio da seleção natural como agente do processo de evolução. Lyell acreditava numa Terra moldada, praticamente em sua totalidade, por forças lentas, agindo por um longo período de tempo, mas não que os seres vivos pudessem também sofrer alterações com esses eventos naturais.

Das observações que realizava, Charles Darwin concordava com o que Lyell escrevia no livro, principalmente ao encontrar fósseis em camadas de rochas que não apresentavam quaisquer sinais de catástrofes ou mudanças climáticas abruptas. O naturalista, anatomista comparativo e paleontólogo, Richard Owen (1804 - 1892), contribuía com Charles Darwin para o estudo desses fósseis, ao retornar da viagem. Concluía que os fósseis eram muito semelhantes a animais que viviam na mesma região da coleta e não de outras regiões, por exemplo, a África, como tinha pensado Charles Darwin (EB, 2007).

Charles Darwin teve praticamente, uma carreira científica autofinanciável. Após o retorno da viagem, em outubro de 1836, Charles Darwin apresentava seus estudos à Geological Society de Londres, com a ajuda de Lyell. Estes e outros estudos como de fósseis e plantas, catalogados por Owen e outros naturalistas, e espécies atuais de mamíferos e aves, catalogados pela Zoological Society, permitiram a Charles Darwin um reconhecimento pela comunidade científica, ainda com muitas resistências, mas com apoio, principalmente de Lyell e Owen, também do naturalista George R. Waterhouse (1810 - 1888) e do ornitólogo e especialista em taxidermia John Gould (1804 – 1881) (EB, 2007).

Em sua caminhada como naturalista, Charles Darwin se encontrou várias vezes em situações onde teve que agir com respeitabilidade, diante de pensadores criacionistas, que acreditavam numa criação divina e numa manutenção dessas espécies unicamente por forças físicas mecânicas provenientes de leis naturais. Também, nesses encontros, teve contato com a teoria expressa pelo economista britânico Thomas Malthus (1766 – 1834).

Em 1837, Lyell apresentava os estudos de Owen sobre os fósseis que Charles Darwin coletava na viagem, à Geological Society, enfatizando as implicações do fato de que espécies extintas encontradas em uma determinada região fossem relacionadas com outras que viviam atualmente na mesma região. A partir desse encontro, Charles Darwin passava a fazer parte da Geological Society.

Concomitante a esta atividade que assumia, contribuía com o capitão do Beagle na escrita de um livro e iniciava a escrita de um livro sobre a geologia da América do Sul completado somente em 1846; iniciou também a organização de relatórios dos especialistas que trabalhavam com suas coleções de fósseis. Esses relatórios foram compilados na obra *Zoology of the Voyage of H.M.S. Beagle*, dividido em partes e publicado em números. Neste livro, os seres vivos foram classificados conforme os *taxon* que Lineu instituiu pouco tempo antes da publicação do material (MAYR, 1998).

Charles Darwin continuava suas discussões sobre as mudanças que teriam ocorrido com as espécies da Ilha de Galápagos. De seus estudos, desenvolvia a hipótese de que, apesar de cada ilha ter sua própria espécie de tartaruga, todas eram originárias de uma espécie que tinha se adaptado à vida nas diferentes ilhas e de diferentes modos.

Mesmo diante de um contexto de reconhecimento por seus trabalhos, Charles Darwin ainda escrevia no sentido de melhorar o entendimento sobre todos os seus achados. Convencido estava da ocorrência da evolução, porém a idéia de transmutação nem sempre bem vista e sempre associada pela Igreja a agitadores democráticos radicais ingleses (EB, 2007).

Nesse sentido, a publicação de suas idéias significava a baixa da reputação que estava sendo conseguida. Quando em 1839, o capitão do Beagle

publicou seu livro sobre a viagem, escrevendo os relatos dos acontecimentos, Charles Darwin passava a ser visto com outros olhos. Aproveitando o contexto e em resposta ao fascínio de sua viagem, Charles Darwin registrava em seu diário com detalhes as observações que realizava na viagem, resultando na publicação do livro *A viagem do Bragle*, onde explicou sobre a distribuição das espécies com base na teoria de Lyell.

Em posteriores edições, especificava as observações realizadas nas Ilhas Galápagos, explicando que algumas aves daquele arquipélago derivavam de um número pequeno de espécies de aves, encontradas originalmente e que se modificavam para diferentes finalidades.

O livro resultava do diário e das anotações, permitindo a Charles Darwin considerável respeito. Conhecido como “diário de pesquisas”, representa a vivência e relatos das memórias das viagens, bem como um conjunto de anotações científicas, o que demonstra o valor dado por Charles Darwin ao elemento observação, como parte integrante do método científico e sistemático (MAYR, 1998).

Embora tivesse revisitado alguns lugares durante a expedição para melhor entendimento sobre o observável, Charles Darwin organizava esta obra de acordo com os locais visitados em ordem cronológica. Várias das idéias contidas nessa primeira obra, posteriormente estavam contribuindo com o desenvolvimento da teoria da evolução.

Por volta dos anos de 1840, as primeiras explicações de Charles Darwin sobre sua teoria levavam ao entendimento de que o processo de seleção natural exigia um selecionador divino. Com um pequeno texto publicado em 1842, esboçava de forma mais sistemática a teoria que, em 1844, se tornava o *Ensaio*, com 240 páginas (EB, 2007). Pouco tempo depois, esta obra teve opinião externa que ele precisava. A leitura foi realizada por Joseph Dalton Hooker (1817 – 1911), botânico inglês, que também colaborava com Charles Darwin para estudos sobre crustáceos marinhos, os cracas.

Charles Darwin temia publicar a teoria, a qual pudesse ser rejeitada pela comunidade científica britânica, assim como as idéias de Lamarck sobre evolução já tivessem sido rejeitadas. No ano de 1844, de forma anônima, publicava-se o

livro *Vestiges of the natural history of creation*²⁹, no qual estava sendo proposta a teoria natural da evolução cósmica e biológica, criando controvérsias com o Império Britânico.

De certa forma este livro contribuía para a circulação das idéias sobre a evolução e para aumentar as discussões em torno dessas. A proposição contida no livro estava em torno de uma teoria cósmica de transmutação, assentada em bases regidas por leis naturais, porém explicava a origem da vida pela geração espontânea. O fato da extinção era entendida nesse livro a partir da idéia de que ocorriam intervenções de um autor divino modelando a criação orgânica. Mesmo em um contexto histórico que vigorava também o pensamento mecanicista, tal obra veiculava uma interpretação clara da vida baseada na teologia natural (MAYR, 1998).

Por volta dos anos de 1850, com contribuições do biólogo britânico Thomas Henry Huxley (1825 - 1895), seus trabalhos avançavam um pouco mais por conta da defesa pública que esse seu colega realizava da teoria da evolução. Anos depois, Lyell teve contato com um artigo publicado por Alfred Russel Wallace, *Sobre a lei que regulou a introdução das espécies*, no qual enumerava observações gerais sobre a distribuição geográfica e geológica das espécies.

Lyell percebia a proximidade entre o artigo de Wallace das idéias de Charles Darwin e ambos passam a corresponder por cartas. Em 1858, concordavam em uma apresentação conjunta do artigo intitulado *Sobre a tendência das espécies por meios naturais de seleção*, na Lynnean Society de Londres, local onde se premiavam o estudo e a disseminação da taxonomia.

No contexto da época, o termo evolucionismo cunhava a idéia de criação sem a intervenção divina. Diante disso, Charles Darwin preferiu intitular o seu livro, publicado em 1859, como *On the origin of species by means of natural selection*³⁰. O livro apresentava também a idéia de que o ser humano evoluía tal qual os outros organismos. “Quando lemos 'A origem das espécies' não surge dúvida nenhuma de que [Charles] Darwin incluía o homem entre os produtos da seleção natural” (REALE e ANTISERI, 2005, p. 344).

²⁹ Vestígios da história natural de criação [tradução nossa].

³⁰ Sobre a origem das espécies por meio da seleção natural [tradução nossa], com tradução publicada no Brasil sob o título A origem das espécies.

Este livro tornava explícita a resistência dos ingleses em relação ao processo evolutivo, principalmente por ter colocado o homem em jogo. Rapidamente a imprensa, formada por um círculo exotérico de profissionais, apontava implicações, dentre elas, a de que o ser humano fosse descendente do macaco. Implicações estas por más compreensões do pouco que Charles Darwin dedicava no livro sobre tal questão. A necessidade de vulgarização (não no sentido depreciativo do termo) do conhecimento científico ou dos resultados das investigações científicas no século XIX possivelmente teria levado a tal interpretação.

Dentre tantos confrontos que se registravam na imprensa da época, um deles marcava pelos questionamentos e defesas que se instalavam. O debate ocorria na Associação Britânica para o Avanço da Ciência, em Oxford, entre o professor de química e botânica, John William Draper (1811 - 1882), acompanhado de Joseph Hooker e Thomas Huxley, defensores das idéias de Charles Darwin, e Samuel Wilberforce, bispo de Oxford e outros integrantes da Igreja. Huxley novamente se despontava como um dos principais defensores das idéias evolucionistas (REALE e ANTISERI, 2004; EB, 2007) que certamente culminaram na instauração do estilo de pensamento biológico evolutivo.

Ao mesmo tempo em que o corpo científico inglês e a Igreja, resistiam ao estilo de pensamento biológico evolutivo, a proposta estava sendo bem recebida por um coletivo de novos naturalistas que se apresentavam. Dentre eles, os conhecidos Draper, Hooker, Huxley e o botânico norte-americano Asa Gray (1810 – 1888). Gray, um dos responsáveis por disseminar o estilo de pensamento biológico evolutivo entre a comunidade científica norte-americana, contribuía com tal disseminação reunindo vários de seus escritos na obra darwiniana.

Charles Darwin, muito doente e caminhando para seus últimos dias de vida, não continuava a realizar experimentos com sementes e animais domésticos que, possivelmente, proporcionavam maiores esclarecimentos sobre os mecanismos de seleção sexual, importantes para explicar as características que resistiam ao processo de seleção natural.

Mesmo doente, continua mais três trabalhos e os acompanha até suas publicações. Um deles, o livro *Variation of plants and animals under*

*domestication*³¹, onde escrevia sobre o caráter entre indivíduos da mesma geração ou de sucessivas gerações. O outro, *The descent of man, and selection in relation to sex*³², no qual Charles Darwin inseria o conceito de seleção sexual e explicava a evolução da cultura humana, diferenças entre os sexos e as raças, bem como a diferença da plumagem de pássaros.

O último de seus trabalhos, o livro *The expression of the emotions in man and animals*³³, principalmente sobre o comportamento animal e psicologia humana. No entendimento de Charles Darwin, a mente humana e as culturas foram desenvolvidas por meio de seleção natural e sexual.

Considerando que o estilo de pensamento comporta uma visão de mundo, um corpo de conhecimentos que se caracteriza por uma linguagem própria, com um sistema fechado de crenças, particularmente sobre o processo de evolução dos seres vivos vai se constituindo uma forma própria de pensar, onde se acham agregados elementos de vários coletivos de pensamento.

Para a biologia, os estudos de Charles Darwin contribuíram para o entendimento de que os seres vivos se transformavam no tempo, possuíam uma origem natural e um processo pelo qual a própria natureza, distante do entendimento de ser regida por um ser Criador, ou pela ordem física mecânica, configurando o estilo de pensamento biológico evolutivo.

A predominância desse estilo de pensamento biológico intervinha no sentido de conviver com os outros estilos de pensamento biológico, descritivo e mecanicista, convergindo-os ao processo de sistematização dos seres vivos culminando também com a compreensão do fenômeno vida em superação à tradição histórico-naturalista.

O processo evolutivo ...

Os mecanismos que faltavam ser compreendidos por Charles Darwin, para que pudesse criar um modelo do processo de seleção natural dos seres

³¹ Variação de plantas e animais sob domesticação [tradução nossa].

³² A descida do homem, e seleção em relação ao sexo [tradução nossa].

³³ A expressão das emoções no homem e nos animais [tradução nossa].

vivos, possibilitou que o estilo de pensamento biológico evolutivo se constituísse na necessidade de, inicialmente convergir, e, posteriormente, superar, as idéias descritivas de um ambiente estático, imutável, contemplativo, com um ambiente mecânico, harmônico, em movimento, compreendendo o processo de seleção dos seres vivos a partir da inter-relação sistêmica, com base de entendimento num sistema em movimento natural.

Tal contexto de inter-relações em um sistema complexo permite que se conheça como esses elementos interagem num processo integrado e dinâmico e que envolve mecanismos biológicos, dentre eles a variabilidade genética; a organização e a diversidade de seres vivos; as relações que estes estabelecem uns com os outros e deles com o ambiente natural; e os processos evolutivos pelos quais os seres vivos têm sofrido transformações.

Pode-se afirmar que o estilo de pensamento biológico evolutivo tornava-se um estilo predominante no modo de pensar o fenômeno vida por conta de elementos de discussão que se apresentavam no contexto do século XVIII e XIX, constituindo um sistema de idéias que passava a ser compartilhado por outros de sua época, ou seja, por um coletivo de pensamento.

O estilo de pensamento biológico evolutivo ganhava adeptos na história da ciência do século XIX, visto que se instaurava pela superação da teologia natural e resistência do que Lamarck, Erasmus Darwin e outros pensavam no século XVIII, pela superação dos estilos de pensamento biológico descritivo e mecanicista, quando estes passavam a sofrer interferência do momento histórico, por conta do surgimento de complicações, fragilidades e novas necessidades e relações sócio-culturais, econômicas, políticas e religiosas.

Diante da teologia natural, fortemente presente no contexto dos pensamentos descritivo e mecanicista, o principal questionamento passava a ser: “a natureza era [...] prova convincente da existência de um ser supremo, pois como se poderia explicar de outra maneira a harmonia e a finalidade da criação?” (MAYR, 1998, p. 126).

Organizar os seres vivos não significa ferir os preceitos do Criador e sim apresentar a Sua benevolência. A mecanização dos fenômenos naturais causava um sério dilema para os adeptos da teologia naturalista, visto que no mesmo

momento foram baixadas as leis naturais, as quais requeriam apenas uma porção mínima de intervenção divina (MAYR, 1998, p. 126).

Os naturalistas que viveram no momento histórico compreendido como transição do estilo de pensamento biológico descritivo ao estilo de pensamento biológico evolutivo foram fortemente influenciados pelos princípios da teologia naturalista, entendendo que, “por meio desta, eles viam a mão de Deus mesmo nos mais insignificantes aspectos da adaptação e diversidade” (MAYR, 1998, p. 127).

A teologia natural também representava uma visão de mundo, quando na segunda metade do século XVIII, a mão do Criador, no entendimento de alguns naturalistas, passava a ser superada, no esquema explicativo sobre o fenômeno vida, pela seleção natural.

Em pleno século XVIII, um século marcado pela explicação da natureza sob a influência da seleção natural, questões advindas desde os tempos gregos, como a origem dos primeiros seres vivos e a geração de novos seres vivos, perdem suas posições de supremacia, abrindo espaços para os estudos sobre a adaptação, mas permanecem resistentes no pensamento de um grupo de naturalistas, mesmo depois do reconhecimento da teoria da evolução das espécies pela comunidade científica.

No início do século XVIII, em que os modelos mecanicistas procuravam ser utilizados para explicar de forma experimental a função dos órgãos, contrariando e se opondo às idéias pré-formistas e vitalistas, um coletivo de filósofos naturalistas, como os da escola de Montpellier, Claude Bernard (1813 - 1878), Hans Adolf Eduard Driesch (1867 - 1941) e outros, mantêm-se resistentes ao defender tais idéias.

Não obstante, a natureza do desenvolvimento também é motivo de controvérsia. Segundo Mayr (1998),

a pergunta a ser respondida era como pode o ovo “amorfo” de uma rã desenvolver-se numa rã adulta, e um ovo de peixe num peixe? Os defensores do pré-formismo pensavam que havia algo de pré-formado no ovo, sendo responsável por converter o ovo de uma perereca numa perereca, e o de uma truta numa truta. Desafortunadamente, os representantes extremos da escola pré-formista postulavam a preexistência, isto é, que um adulto miniaturizado

(homunculus) estava de alguma maneira encapsulado no ovo (ou no espermatozóide), uma idéia cujo absurdo foi facilmente demonstrado. Os opositores, que sustentavam a tese de epigênese, isto é, a diferenciação gradual de um ovo inteiramente amorfo para os órgãos do adulto, dificilmente eram mais convincentes, uma vez que eram totalmente incapazes de dar contas da especificidade da espécie desse processo, devendo por isso invocar forças vitais. Eram os mentores do vitalismo (MAYR, 1998, p. 129).

Como a própria história da ciência apresenta, entre os contrapontos sempre tem uma válvula de escape. Elementos de uma e de outra forma de pensar a natureza do desenvolvimento dos seres vivos se constituem como verdades daquele momento histórico, mas não sabidas cientificamente naquele momento histórico, e sim com estudos posteriores, tecnologicamente possíveis: epigenistas, por afirmarem que no início o ovo é indiferenciado; pré-formistas, que o desenvolvimento é controlado por algo pré-programado.

O momento histórico do Iluminismo se apresentava como importante em meio a estas discussões do século XVIII, tempo em que qualquer dogma previamente aceito, de qualquer estilo de pensamento, era criticamente posto em discussão. Sendo um movimento heterogêneo, apresentavam-se tantas concepções diversas quanto eram os diferentes filósofos (MAYR, 1998), mas que pensavam sempre a busca do igualitarismo, não havia sentido falar em seleção natural, sendo que tinham como base a luta pela sobrevivência. O contexto iluminista se mostrava resistente às idéias evolucionistas.

Em contraposição aos naturalistas que defendiam compromissos com as interpretações criacionistas e deístas do mundo vivo, outros naturalistas se tornavam abertamente ateístas, negando não apenas um plano de criação, ou mesmo um plano de criação e suas leis naturais, mas a própria existência de um criador. Para esses últimos, o mundo não passava de uma máquina.

Poderia o seu 'plano' [Deus] ter sido tão detalhado, a ponto de incluir cada estrutura particular e funcionamento das incontáveis espécies de animais e de plantas e suas igualmente incontáveis interações mútuas? E como poderia um tão original designio ser compatível com as mudanças que pareciam tão evidentes, por toda parte, sobre a Terra?

[...] Mas como podia isso [idéias criacionistas/teístas e deístas] explicar os atributos do homem e as adaptações harmoniosas de todos os organismos ao meio em que viviam? (MAYR, 1998, p. 363).

Como afirma Futuyma (2002, p. 3) o Iluminismo propiciava ideal de progresso. O positivismo assegurava e ampliava as idéias transformistas, desconsiderando a metafísica e a transcendência. Tal forma de pensar parte do pressuposto de que o mundo natural, concebido por um processo evolutivo, instaurava a possibilidade do “vir a ser”, assegurado por causas naturais.

Desta forma, o pensamento positivista, firmado pela condição mecanicista, conceituava a evolução como lei fundamental dos fenômenos empíricos, de todos os fatos humanos e naturais, onde, mediante a luta pela existência, determina-se um processo de seleção natural com eliminação dos organismos imperfeitos, com sobrevivência do mais perfeito (MAYR, 1998).

Esta compreensão do positivismo como progresso é uma analogia dos acontecimentos ocorridos no mundo natural com aplicabilidade ao mundo social. É a certeza da aplicabilidade do método científico das ciências naturais ao mundo social, onde a ciência passava a ser a grande responsável pelo progresso humano (REALE e ANTISERI, 2004).

No século XIX, firma-se a instauração do pensamento positivista pelo filósofo francês Augusto Comte (Isidore Auguste Marie François Xavier Comte, 1798-1857), sob qual o conhecimento científico era considerado verdadeiro e o método científico aplicado pelas ciências naturais como o único válido. Desse modo, o método passava a ser visto como aquele que possibilitava responder às indagações humanas e desenvolver as atividades humanas (ANDERY et al., 1998).

O positivismo comtiano retoma as bases das idéias empiristas do século XVII, fortalecendo que o real conhecimento repousava sobre fatos observados. O caráter positivo do conhecimento designava uma posição realista, de certeza, de precisão, com oposição ao pensamento idealista e o modo subjetivo de explicar o mundo.

O contexto positivista implicava em mudanças na forma de pensar o mundo natural, superando a forma estática e imutável, passando a aceitá-lo como dinâmico e mutável, em permanente transformação para melhor, com uma tendência intrínseca a buscar a perfeição, bem como uma habilidade para

ajustarem-se às demandas do meio, diria Lamarck (MAYR, 1998); ou, diante dos fenômenos, que sobrevivam os mais aptos, diria Herbert Spencer (PADOVANI e CASTAGNOLA, 1978; REALE e ANTISERI, 2004).

Lamarck, diante dos estudos geológicos que firmavam sobre as constantes mudanças ocorridas na Terra, das evidências dos fósseis e das camadas estratigráficas, afirmava que os organismos vivos são adaptados ao ambiente e tal adaptação se faz necessária ao mundo em contínuo processo de mudança. Partia de crenças, como a herança dos caracteres adquiridos, para sustentar sua teoria da transformação, sob a qual demandou a necessidade dos organismos vivos buscarem a perfeição, de acordo com as invariantes do ambiente.

Entre a morte de Lamarck, em 1829, e a sistematização e a publicação da obra *A origem das espécies* por Charles Darwin, em 1859, as idéias evolucionistas não pereceram, porém, o momento histórico era propício ao fortalecimento das questões teológicas, como as idéias criacionistas (MAYR, 1998).

Por exemplo, na Alemanha, as idéias de Lamarck foram mantidas na forma de comentários populares, por resistência concedida pelos naturalistas que compartilhavam dos estilos de pensamento biológico descritivo e mecanicista, dentre eles o anatomista Schaaffhausen (1816 - 1893) e botânico Unger, que passava a ser professor universitário de Mendel, pouco tempo depois. Todavia, a teologia natural e a argumentação da existência de uma ordem natural ainda predominavam, partilhando contribuições de naturalistas da época, como Ray e Lyell.

No começo dos anos de 1800, ainda não havia realmente uma biologia, constituída como ciência por Comte anos mais tarde. O que existia era história natural e fisiologia médica. A unificação da biologia veio com influências do positivismo e a instauração e permanência do estilo de pensamento biológico evolutivo, ambos os eventos ocorreram concomitantes. Outros eventos como o crescente número de Universidades e o intercâmbio maciço de professores (MAYR, 1998; HOBBSAWM, 2006), bem como a especialização na formação,

superando a formação única na área médica³⁴ e passando a formar em áreas afins da biologia, como zoologia, botânica, anatomia, biologia marinha, citologia, embriologia, entre outras.

Segundo Mayr (1998), para a constituição da biologia, não somente enquanto terminologia, mas enquanto ciência e enquanto biologia evolutiva, contribuições foram realizadas por alguns países entre os séculos XV e XIX. Para este mesmo autor, “o centro foi primeiro a Itália, mas depois ele se transferiu para a Suíça, França e Holanda, mais tarde para a Suécia, e finalmente para a Alemanha e Inglaterra” (1998, p. 134). Possivelmente, o trânsito de professores e a hegemonia econômica e/ou social de alguns países, em determinados momentos, contribuíram para tal movimento da biologia, como por exemplo, o Iluminismo e a Revolução Francesa (MAYR, 1998; HOBBSAWM, 2006).

A unificação da biologia, em torno da passagem do século XIX, ocorre uma ponte entre os conhecimentos advindos dos historiadores naturalistas e dos médicos anatomistas-fisiologistas (MAYR, 1998). Poucos biólogos tiveram a oportunidade de usufruírem dessa prática, como Johannes Peter Müller (1801 – 1858), que aproximava conhecimentos de fisiologia, embriologia comparada e morfologia dos invertebrados. Porém, havia predominância da física-reducionista do estudo da vida, por conta do estilo de pensamento biológico mecanicista. Müller influenciava outros pesquisadores ao estudo compartilhado dos conhecimentos biológicos construídos até aquele momento histórico.

Ao mesmo tempo em que esses biólogos mantinham amplo conhecimento sobre a classificação dos seres vivos, com diferenciações de vários elementos e inserções de outros, ampliando o entendimento sobre a classificação de Lineu, mantinham também amplo conhecimento e prática com instrumentos físicos, dentre eles o microscópio, possibilitando estudos mais detalhados, fragmentados, proporcionados pelo uso do método científico.

A comunicação entre os naturalistas e os fisiologistas-médicos, neste contexto do século XVIII, representava o ocorrido nos séculos XV e XVI, entre os

³⁴ O curso universitário desta formação ofertava disciplinas anatômicas, fisiológicas e de história natural, zoologia e botânica.

herbalistas-naturalistas, do estilo de pensamento descritivo, e os físico-fisiologistas e mecânicos, do estilo de pensamento biológico mecanicista.

A cisão, fortemente marcada pelo fato das discussões iniciais sobre o evolucionismo, em que a amplitude do entendimento mecânico por uma abordagem físico-reducionista, não interessava ao contexto funcionalista da época. Para alguns, o modelo de um relógio para o entendimento do todo; para outros, o sistema natural de inter-relações entre os seres vivos e estes com o ambiente, sob a ação da seleção natural.

Dentre vários biologistas que se formavam nesse contexto, cita-se Theodor Schwann (1810 – 1882), colega e aluno de Johannes Müller, especialista em estudos sobre a célula, distante do contexto comparativo. Schwann apresentava importantes estudos, resultantes dessa atividade fragmentada, que contribuíam para o entendimento e refutação do ávido vitalismo tradicional e da geração espontânea, ainda presentes nas discussões nas comunidades científicas. O trabalho desenvolvido por Schwann, Müller e posteriormente com o botânico Matthias Jacob Schleiden (1804 – 1881), permitiram estudos sobre os mecanismos celulares e uma explanação discursiva das atividades físico-químicas da vida celular (RAW e SANT'ANNA, 2002).

As discussões envolvendo a biologia no século XIX, propiciaram a evidência do fortalecimento da biologia fisiológica, caminhando para a especialização dos estudos celulares, genéticos e a instauração do estilo de pensamento biológico da manipulação genética na metade do século XX; e da biologia evolutiva, caminhando para o fortalecimento das discussões sobre a origem das espécies, o mecanismo da seleção natural, a variabilidade genética, a complexidade das relações entre os seres vivos e destes com a natureza.

Com relação à biologia fisiológica, permanecia a oscilação entre os adeptos do mecanicismo extremo, que consideravam o organismo como simplesmente máquinas, explicados em termos de modelos físicos de movimento (ROSSI, 2001); e os adeptos do tradicional vitalismo, que consideravam o organismo como completamente controlado por forças naturais (MAYR, 1998).

O primeiro movimento, mecanicista ao extremo, acabou se fortalecendo no século XIX pela publicação de trabalhos realizados por cientistas considerados

materialistas científicos, advindos das escolas alemãs. Não podia ter sido diferente, em um contexto fortemente marcado pelas idéias de Ludwig Andreas Feuerbach (1804 – 1872), filósofo alemão e exímio estudante das ciências naturalistas (REALE e ANTISERI, 2004). Os estudos que realizava permitiam críticas às religiões, como sendo essas favorecedoras da forma de alienação que fez dos conceitos platônicos uma projeção em um ser supremo.

Para Feuerbach, o ser humano é, em primeiro lugar, razão (PADOVANI e CASTAGNOLA, 1978; CHAUÍ, 2003). Nega que a idéia exista primeira do que a matéria. Nesse sentido, pode-se afirmar no contexto do pensamento de Feuerbach, que o que existe no real, um objeto qualquer ou fenômeno natural, precede a idéia desse real. De acordo com o que propôs Feuerbach, somente se tem condições de criar representação sobre algo a partir do momento que se tem contato, de alguma forma sensível, com a realidade. A experiência permite que a razão desenvolva imagem mental sobre o fenômeno. O fenômeno existe e acontece sem a compreensão pelo sujeito, e somente se compreende ou se interpreta quando se tem contato experimental (REALE e ANTISERI, 2004).

A oposição ao vitalismo se torna possível, sob o ponto de vista dos materialistas, uma vez que para qualquer outra explicação não-materialista, utilizavam-se da fisiologia para justificar a interpretação do que não fosse físico-química (MAYR, 1998).

A metodologia da fisiologia sofreu mudanças drásticas no século XIX, incluindo uma aplicação muito mais refinada dos métodos físicos, [...], e mais do que isso, uma crescente aplicação dos métodos químicos. Todo processo corporal, bem como a função de cada órgão e de cada glândula eram estudados separadamente por um grande exército de fisiologistas médicos, zoologistas e químicos. A fisiologia humana, de modo geral, era conduzida em laboratórios separados da fisiologia animal e das plantas, embora os fisiologistas humanos tenham recorrido amplamente à experimentação animal (inclusive a vivisseção) (MAYR, 1998, p. 139).

A publicação da obra *A origem das espécies*, em 1859, e posteriores contribuições, não causavam inquietações aos fisiologistas, tendo em vista que as explicações na fisiologia eram explicações das causas próximas, fragmentadas,

“peças” do relógio. As discussões evolutivas, não somente do livro, mas de forma geral privilegiavam a totalidade, por conta mesmo das inter-relações entre os elementos que compõem a natureza e dos fenômenos que dela decorrem em complexidade, como em um ecossistema.

Com relação a biologia evolutiva, a atenção dada principalmente por Charles Darwin, concentrava-se na origem da diversidade de espécies existentes e na origem das novas espécies. Partilhava da idéia “da descendência comum, fazendo derivar todos os organismos, em última instância, de uns poucos ancestrais primitivos, ou possivelmente de uma única primeira vida” (MAYR, 1998, p. 139-140).

Para que essas transformações ocorressem, Charles Darwin insistia na explicação de que, na evolução, a ocorrência acontecia completamente de forma gradual, diferindo-se de Lamarck, por este acreditar e partilhar dos saltos essencialistas, onde as alterações eram compreendidas por acontecimentos abruptos provocados pelo ambiente.

Nesse sentido, a causalidade passava a ser fator importante para a compreensão da seleção natural. Afastava a idéia da aquisição de características e a transmissão das mesmas, bem como a superação do entendimento da seleção natural como fenômenos que acontecem ao acaso. Nesse sentido, Charles Darwin chama a atenção para a “caixa-preta” (RAW e SANT'ANNA, 2002), ao mesmo tempo por não saber do que se tratava e também por não ser tratado de pré-formista, admitindo a causa da seleção natural estritamente pela interação entre dotação genética e circunstâncias ambientais (MAYR, 1998).

A biologia evolutiva encontrava, no estilo de pensamento biológico evolutivo, a consistência teórica de compreensão holística, complexa, sistêmica, em condições de explicar a harmonia do mundo natural, propondo em vez de uma procura pela perfeição, uma causalidade separada para cada mudança evolutiva. Melhor compreensão dessa caixa-preta somente foi possível com os conhecimentos ampliados da genética e da biologia molecular (RAW e SANT'ANNA, 2002). Não obstante, ao mesmo tempo em que a seleção natural procurava as bases sólidas para permanência do estilo de pensamento biológico evolutivo, apresenta inconsistências, complicações, possibilitando uma

caminhada um tanto quanto conturbada de resistência às explicações mecanicistas dos fenômenos naturais e, dentre esses, o fenômeno vida.

Charles Darwin se apropriava das ocorrências filosóficas do momento histórico, se apoiando no materialismo para explicar a harmonia das ocorrências dos fenômenos da natureza, distanciando-se do idealismo mecanicista, como já defendia Feuerbach. Com Karl Marx (1818 – 1883), o materialismo possibilitava mudar o ponto de vista de compreensão dos fenômenos da natureza, passando da via do idealismo mecanicista, vitalista, para a via do positivismo alemão, com base também em algumas idéias de Feuerbach.

A concepção científica por meio do materialismo assegurava a existência do mundo real, onde o pensamento humano originava dessa matéria real, com base na função orgânica do cérebro em reconhecer este real. A matéria, no entendimento marxista, é anterior ao pensamento e ela existe independentemente desse pensamento.

Afirmam que podemos conhecer o mundo e que as idéias que fazemos dele são cada vez mais exatas, uma vez que, pelas Ciências, podemos estudá-los e pela experiência podemos provar que as coisas que nos rodeiam tem uma realidade que lhe é própria. Podem os homens criar realidades artificialmente ou reproduzir tais coisas (LOVO, 2000, p. 12).

Nos termos do materialismo, o conhecimento científico que constituiu as bases da biologia evolutiva no século XIX, permitia o avanço da aplicabilidade do método científico, passando a analisar a totalidade do mundo natural por meio da dialética; e perceber e estabelecer as relações para entender o complexo.

De acordo com Cotrim (2006, p. 260), diversos pensadores estabeleceram características básicas sobre a perspectiva do pensamento dialético. Dentre essas características, acentua-se:

- *Tudo se relaciona*: sistema complexo, onde tudo está relacionado com o todo e nenhum fenômeno pode ser explicado isoladamente, o que permitia a busca da gênese e causa no processo de inter-relações, superando a visão estanque, linear e desconexa das coisas.
- *Tudo se transforma*: nas palavras do físico alemão Albert Einstein (1879 – 1955), o mesmo definia a realidade como algo que se move. A dialética permitia a superação às concepções de sistema estático e imutável, passando a percebê-lo como um sistema aberto e dinâmico, mutável, em permanente movimentação e transformação. Por isso a realidade é processo, pois a natureza e a sociedade se encontram em constante movimento.

- *Mudanças qualitativas*: as mudanças qualitativas partem do princípio de que as transformações ocorrem em diferentes ritmos, em diferentes contextos, expressando as alterações qualitativas e a harmonia das inter-relações.
- *Luta dos contrários*: trata-se desse princípio como sendo a superação progressiva das contradições e que, somente existem fenômenos e situações em função de outros.

As ciências naturais, neste momento histórico, se despontavam na defesa do positivismo alemão, por meio das concepções naturalistas, longe de ser somente uma possibilidade e assegurando a certeza do processo evolutivo. Tal defesa permitia a total apropriação da concepção reducionista da realidade à causa única, de origem única. A defesa deste pensamento monista materialista provém com as idéias do biólogo alemão Ernest Heinrich Philipp August Haeckel (1834 – 1919), responsável pela disseminação e defesa das idéias sistematizadas por Charles Darwin.

Com Haeckel, a psicologia ridicularizada por Comte ao afirmar que não se pode ser ator no palco e expectador na sala ao mesmo tempo (ARANHA e MARTINS, 2003), passava a fazer parte da fisiologia, pois adquiria caráter cientificista experimental. Haeckel também lançou suas idéias sobre a ontogenia ser uma recapitulação da filogenia. Assim como os seres vivos têm o seu desenvolvimento ontogenético pautado nas combinações de elementos químicos, restaria a crítica por meio da geração espontânea, e as bases para a origem filogenética dos seres vivos, mantidas até então como sendo criacionistas (MAYR, 1998).

Considerava-se este momento histórico, importante para a predominância do estilo de pensamento biológico evolutivo, de que os estudos de embriologia comparativa apresentava resultados satisfatórios à biologia evolutiva, porém se mostrava insatisfatória à biologia funcional, mecanicista. Certo também que a fisiologia propiciava ao conhecimento dos diferentes órgãos que compõem a máquina biológica, suas funções celulares, histológicas e físico-químicas, propiciadas pelos avanços científicos e tecnológicos.

O estilo de pensamento biológico mecanicista encontrava barreiras e dificuldades, “quando foi descoberto que dois embriões perfeitos podiam desenvolver-se a partir de um óvulo separado em dois, após a primeira clivagem.

Que máquina, quando cortada ao meio, podia funcionar normalmente?” (MAYR, 1998, p. 141).

Esta experimentação realizada pelo grupo de pesquisadores da biologia desenvolvimentista, do qual integrava o biólogo alemão Hans Dreisch (1867 – 1941) em 1895, ao mesmo tempo em que propiciou ao estilo de pensamento biológico mecanicista o surgimento de exceções, complicações e novas práticas, caminhando para a transformação do mesmo, possibilitava a analogia desse acontecimento experimental, que pudesse ocorrer naturalmente, permitindo o entendimento de que a caixa-preta apontada por Charles Darwin possuía uma totipotência vinculada a força vital, retomando as bases aristotélicas. O processo físico-químico, enquanto bioquímica celular, ainda não fazia parte das discussões nesse momento (RAW e SANT'ANNA, 2002).

Esse evento experimental, portanto, não fortalecia diretamente o pensamento evolutivo, uma vez que este não se preocupava tanto com as questões das causas próximas, menores, internas ao organismo-máquina, mas com as causas evolutivas, num contexto amplo de entendimento dos fenômenos naturais. Para as causas próximas, a caixa-preta estava ainda sendo aberta, com avanços propostos pela teoria celular e pelos estudos bioquímicos e biofísicos (RAW e SANT'ANNA, 2002).

Tais estudos fortaleciam sim, o entendimento de que o ser humano podia interferir na natureza, nos fenômenos naturais, e por que não, ao conhecer o interior da caixa-preta, interferir nesse interior. Formulam-se, assim, possibilidades de intervenção do homem sobre o fenômeno vida, caminhando para o processo de instauração do estilo de pensamento biológico da manipulação genética, com os avanços da ciência e da tecnologia, refletidos na biologia molecular da metade do século XX.

Com a aproximação entre a matemática, a física e a química, com a biologia no final do século XIX, propiciavam avanços significativos para novos olhares sobre o fenômeno vida a partir do século XX, com base no desenvolvimento da biologia molecular (HOBSBAWM, 2006).

Considerações sobre o pensamento biológico da manipulação genética

O pensamento biológico da manipulação genética se caracteriza por apresentar, a partir do século XX, uma nova geração de pesquisadores da área biológica (genética e fisiologia), física e química. Confirmavam os trabalhos de Mendel, construindo um novo modelo explicativo para compreender o fenômeno vida, vinculados diretamente ao material genético.

A biologia molecular, neste contexto, passava a ser vista como utilitária de seus conhecimentos na medicina, na farmácia, na agricultura e em outras áreas específicas. A neutralidade da ciência tornava-se frágil em meio à aplicabilidade dos conhecimentos biológicos, definindo critérios de investimento em pesquisas espaciais e financiamento de guerras, em detrimento de investimentos em saúde pública e recuperação do ambientes devastados (PARANÁ, 2006).

Com a necessidade de se realizar atividades cada vez mais especializadas, a biologia evolutiva se constitui, porém começa a perder forças diante da possibilidade de se conhecer o mundo microscópico dos mecanismos biológicos. Tal especialização distanciava e/ou impossibilitava o conhecimento da totalidade e, conseqüentemente, de prever os resultados de uma ação restrita sobre as partes acerca dessa totalidade, o que demonstrava a fragilidade do método cartesiano (PARANÁ, 2006).

Naquele contexto de mudanças, diante da dificuldade de prever os efeitos das ações desencadeadas pelo homem no ambiente, a impossibilidade de garantir transformações na realidade social e o reconhecimento da não-neutralidade da Ciência, a crise da Ciência Moderna ficou exposta como, também, a necessidade de rever o método de construção do conhecimento científico (PARANÁ, 2006, p. 20).

Ao mesmo tempo em que o desenvolvimento das pesquisas moleculares propiciava o avanço da biotecnologia, o pensamento biológico evolutivo passa a se estabilizar e ceder espaços diante das mudanças por conta da manipulação genética.

Nos tempos atuais, essas mudanças provocadas na estrutura genética também geram conflitos filosóficos, científicos, teológicos e sociais, bem como, coloca em discussão o fenômeno vida sob a perspectiva do estilo de pensamento biológico da manipulação genética, o qual se constitui num período em que os estilos de pensamento biológico predominantes em outros momentos históricos não se extinguiram e ainda se mantêm, porém permanecem sujeitos à interferência dessa nova forma de pensar o fenômeno vida.

Esta nova forma exige um novo modelo explicativo que demarca a condição do ser humano em compreender a estrutura físico-química dos seres vivos e as conseqüentes alterações biológicas decorrentes da aplicabilidade das técnicas de DNA recombinante.

A circulação de idéias ...

Com a análise mais detalhada, especializada e sofisticada dos mecanismos fisiológicos e dos processos evolutivos, ficava evidente a necessidade das inovações tecnológicas, bem como os avanços e as aproximações da biologia com a química e a física. Em última instância, muitos desses mecanismos e processos somente viriam a ser possíveis de entendimento e compreensão quando reduzidos à ação de moléculas, muitas delas em atividade biológica. Noutros termos, ações voltadas aos organismos enquanto entidades vivas.

Os estudos moleculares, particularmente no século XIX, eram restritos aos químicos, por conta da não distinção à química orgânica e química não-orgânica. Porém, as Universidades formavam médicos, que acabavam por conhecer a área médica, incluindo também a embriologia; a história natural, incluindo botânica e zoologia; e a fisiologia que incluía química, física e os movimentos de articulação (MAYR, 1998).

A química chegava ao século XIX marcada pelos conhecimentos desenvolvidos historicamente e que culminavam com os trabalhos de Antonie

Laurent Lavoisier (1743 - 1794), ao elaborar a obra *Traité élémentaire de chimie*³⁵, publicado em 1789.

Recém superada, a teoria do flogisto perdia espaço para as explicações de Lavoisier sobre a *queima*, considerada uma reação química que ocorria sempre na presença de oxigênio. Esta forma de pensar envolvendo o oxigênio gerava complicações também na biologia, colocando em dúvida o mecanismo de respiração ainda influenciado pelo estilo de pensamento biológico mecanicista, porém indutivista, considerando-o como fenômeno de refrigeração do corpo.

A química contribuía também com a superação da teoria da força vital, a qual atribuía aos seres vivos a condição exclusiva de produzir as substâncias químicas, não podendo sintetizá-las em laboratório. Friedrich Wöhler (1800 - 1882) e sua equipe, em 1828, sintetizavam a uréia a partir de composto inorgânico. Certo que, a química no início do século XIX preocupava-se em extrair compostos importantes nos processos biológicos, com a possibilidade de sintetizá-los em laboratório; e também, preocupava-se com as questões industriais, tanto que os laboratórios pertenciam aos setores de produção industrial (HOBSBAWM, 2006).

O desenvolvimento da biologia molecular recebeu contribuições históricas importantes também da fisiologia. Estudos realizados pelo biólogo suíço Johann Friedrich Miescher (1844 – 1895) e sua equipe, em 1871, possibilitaram a extração da nucleína (posteriormente denominada de ácido nucléico ou DNA) a partir de pús isolado (RAW, 2002).

Além dos avanços da química, citados anteriormente, a física, com o auxílio dos fabricantes de lentes, avançava os estudos do uso das lentes e da luz, para aperfeiçoamento dos microscópios e raio-X (HOBSBAWN, 2006).

De todas as pesquisas para identificação das moléculas orgânicas, poucas causavam tanta excitação como as que envolviam a natureza química do material genético. Miescher, em 1869, pôde observar que uma elevada proporção da substância molecular consistia em ácidos nucléicos. De 1869 até 1944, a biologia molecular avançava, e muito, nos estudos sobre o material genético

³⁵ Tratado elementar da química [tradução nossa].

contido nas células. A importância dos ácidos nucléicos foi descrita por biólogos norte-americanos, dentre eles Oswald Theodor Avery (1877 – 1955).

De acordo com Raw e Sant'anna (2002), o artigo publicado por esses biólogos no *Journal of Experimental Medicine* marcava o início da era contemporânea na genética. Segundo ele,

eles isolaram o DNA de pneumococos com cápsula, o Tipo S, e injetaram esse DNA junto ao tipo R, sem cápsula. Apareceram pneumococos S detectados por anticorpos contra o Tipo III, do pneumococo usado para extrair o DNA. Portanto, a característica da cápsula tinha sido permanentemente adquirida. O princípio transformador capaz de produzir mudanças herdáveis e permanentes, o elemento específico de Travassos [José Travassos, 1898 - 1967], era o DNA (RAW e SANT'ANNA, 2002, p. 144).

A genética, desde Mendel convivia com a biologia molecular até a metade do século XX, porém “impunha-se o exato conhecimento da estrutura do DNA, antes de se poder iniciar a especulação sobre o modo como ela podia desempenhar a sua função única” (MAYR, 1998, p. 147).

Desde a década de 1860, geneticistas têm concentrado esforços ao entendimento sobre os mecanismos de herança. O ser humano sempre procurava explicar os padrões de sua herança, tendo por base a idéia central de fusão ou mistura de características dos genitores na produção da prole, que reconhecidamente aparecia na forma intermediária entre eles (RAW e SANT'ANNA, 2002).

Gregor Johann Mendel (1822 – 1884), monge e botânico austríaco, em 1866, propôs o conceito de unidades hereditárias, com base em experimentos de hibridação com ervilhas e dos conhecimentos compartilhados com vários coletivos de pensamento de sua época. Segundo sua proposição, um número igual de fatores hereditários era herdado de cada genitor e determinavam as características observáveis dos híbridos (BURNS e BOTTINO, 1991). Em Mendel, firmam-se as idéias de determinação genética.

Diante do contexto, percebe-se que Mendel, diferentemente de Lamarck, expressava a idéia de que não são as características adquiridas transmitidas de pais para filhos, mas os fatores hereditários que determinam ou controlam os

caracteres observáveis. Nota-se que, o aparecimento do caráter nos descendentes, é determinado pela combinação de fatores herdados dos dois genitores.

Com a obra de Charles Darwin publicada em 1859, a pangênese passava também a ser adotada por ele como mecanismo hipotético para explicar a hereditariedade. A idéia da pangênese tem origem desde Hipócrates, com as gêmulas, tomando nova configuração histórica com vários outros naturalistas, como Leeuwenhoek e Charles Darwin. A pangênese se contrapõe ao pré-formismo, por não concordar que os seres já se encontram pré-formados nos gametas, mas que sofrem variações entre os genitores e os descendentes (RONAN, 1997).

Uma das diferenças atribuídas a Mendel em relação a Charles Darwin é que para o primeiro, as variações eram descontínuas e em seus trabalhos foram consideradas as populações, as variações proporcionadas pelas ocorrências e possibilidades. Charles Darwin, atribuía sempre as determinações no nível de espécie, com variações contínuas, tênues, que ocasionavam o processo de seleção natural.

Os estudos contidos em uma única publicação de Mendel, apesar de ter ampla divulgação na época, inclusive pela Enciclopédia Britânica e na Lynnean Society de Londres, não foram devidamente reconhecidos. Possivelmente, também, por não ter várias publicações e conseqüentemente pouco reconhecimento da comunidade científica, seus estudos foram retomados somente no início do século XX por outros biólogos, dentre eles o holandês Hugo de Vries (1848 - 1935), o alemão Carl Correns (1864 - 1933) e o austríaco Eric Tschermak von Seysenegg (1871 - 1962) (BURNS e BOTTINO, 1991).

Com os avanços nos estudos sobre a estrutura microscópica da célula, após a proposição da teoria celular estritamente marcada pelos reflexos do estilo de pensamento biológico mecanicista, superando as idéias sobre a geração espontânea, em 1902, propôs-se a teoria cromossômica da herança pelo biólogo norte-americano Walter S. Sutton (1877 - 1916), pelo biólogo alemão Theodor Boveri (1862 - 1915) e outros, na qual se postulavam que os fatores hereditários recém retomados pela comunidade científica estavam fisicamente localizados nos

cromossomos. Esta teoria, importante por apresentar um mecanismo de transmissão para explicar o comportamento dos fatores mendelianos, os quais Charles Darwin também não tivesse conhecimento (BURNS e BOTTINO, 1991).

Como teoria científica, a herança cromossômica teve inúmeras contribuições no começo do século XX. Dentre essas, a do biólogo inglês William Bateson (1861 - 1926), em 1906, configurava-se como bastante significativa, pois, além de reforçar que os trabalhos de Mendel se aplicavam não somente a plantas e também a animais, tentava explicar que cada cromossomo estava associado com vários fatores (BURNS e BOTTINO, 1991).

O modelo dos cromossomos como fatores lineares, passa a ser estudado por orientandos de doutorado de Thomas Hunt Morgan (1866 – 1945), na Universidade de Columbia, EUA, passando a centro de trabalhos genéticos. Por meio de seus estudos,

Morgan e seus estudantes conseguiram demonstrar que os genes da mosca eram ligados em grupos em cada um dos cromossomos. Essa ligação só podia ser rompida pelo processo ordenado de recombinação (crossing-over). Analisando cuidadosamente os resultados dos cruzamentos e usando os dados de recombinação, podiam construir um mapa físico de cada cromossomo, mostrando a localização relativa de cada gene e suas distâncias relativas (BURNS e BOTTINO, 1991, p. 3).

Morgan publicou em 1926 o livro *The theory of the gene*³⁶, no qual assegurava a finalidade da herança estar relacionada com a transmissão de unidades, os genes, de genitor para filhos. Um novo campo de estudos e investigação se iniciava: saber o papel dos genes no desenvolvimento. Em 1937, o geneticista Richard Goldschmidt (1878 – 1958) e sua equipe de pesquisa, tentavam criar um modelo químico interpretativo, considerando que os genes existem como pontos em um cromossomo e tinham de estar dispostos em uma ordem certa para controlar o processo normal de desenvolvimento (BURNS e BOTTINO, 1991). Goldschmidt referia-se ao mecanismo de mutação dos olhos de moscas, mas não tinha resultados experimentais para sustentar tal afirmação.

³⁶ A teoria do gene [tradução nossa].

Na década de 1940, no laboratório de Oswald Avery, um grupo de pesquisadores investigava a natureza química do gene, sua estrutura e função, na produção de características hereditárias do organismo. Tais investigações possibilitavam conclusões de que os genes eram compostos de um tipo de ácido nucleico, o ácido desoxirribonucleico, e não uma proteína, como se acreditava até então. Também, conseguiam demonstrar e sistematizar que a falta de determinada cor nos olhos de moscas ocorriam na biossíntese do pigmento e que a síntese da proteína estava relacionada com a ação de cada gene, o que levava a hipótese de um gene estar relacionado somente a uma proteína (BURNS e BOTTINO, 1991).

Embora muitos biólogos tivessem plena consciência da importância das afirmações de Avery e outros pesquisadores do laboratório, “não dispunham naquele momento de conhecimentos técnicos para um estudo detalhado dessa fascinante molécula” (MAYR, 1998, p. 147).

Em 1952, os geneticistas americanos Alfred Day Hershey (1908 - 1997) e Martha Chase (1927 - 2003) comprovavam experimentalmente o papel do ácido nucleico como repositório da informação genética (RAW, 2002).

Cresceu um vírus, o bacteriófago T2, em bactérias num meio contendo enxofre (^{35}S) na forma de sulfato, e fósforo (^{32}P) na forma de fosfatos radioativos. Isolaram as proteínas que continham o ^{35}S nos aminoácidos cisteína e metionina, e o DNA com o ^{32}P . Quando os fagos que estavam “marcados” pelos isótopos foram inoculados numa cultura de bactérias, encontraram apenas o fosfato no interior das bactérias, enquanto o enxofre radioativo estava no exterior. Com esta experiência clássica demonstraram que o fago se reproduz recebendo apenas o DNA na bactéria, deixando seus envoltórios de proteínas no exterior. Portanto, toda a informação genética para produzir novos vírus estava no DNA (RAW e SANT'ANNA, 2002, p. 145).

Os laboratórios da época acirravam uma grande competição para alcançar a explicação de como podia essa molécula, aparentemente simples se comparada à estrutura de uma proteína, conter toda a informação do núcleo de um óvulo fertilizado e controlar o desenvolvimento da espécie. Competição essa que James Dewey Watson (1928 -), Francis Harry Compton Crick (1916 – 2004) e outros pesquisadores do Laboratório Cavendish, em Cambridge, saíram na frente, em 1953.

Esses pesquisadores publicaram um pequeno artigo na revista inglesa *Nature*, de 25 de abril de 1953, onde apresentavam a estrutura molecular do DNA e discutiam as implicações biológicas desse modelo, sugerindo um mecanismo para a replicação (RAW e SANT'ANNA, 2002). Segundo Burns e Bottino (1991, p. 3), a reportagem começa assim: “Desejamos sugerir uma estrutura para o sal do ácido desoxirribonucleico (D.N.A.)”. Neste e em outros trabalhos posteriores, os pesquisadores propuseram um modelo de estrutura molecular do DNA e conseqüentemente, sobre a composição molecular do gene.

A apresentação do modelo da estrutura seqüencial da dupla-hélice do DNA possibilitava esclarecer questões que se situavam nas fronteiras da biologia. Permitia o esclarecimento, por exemplo, da diferenciação entre um organismo vivo de matéria não-viva. Ao mesmo tempo, tal visão estritamente materialista, “elucida muitos dos fenômenos que os vitalistas proclamaram não poderem ser explicados pela química ou pela física. Por certo que se trata ainda de uma explicação fisicalista, mas infinitamente mais sofisticada do que as explicações mecanicistas grosseiras dos séculos passados” (MAYR, 1998, p. 148).

Se há uma transição genética mendeliana clássica para a genética moderna, ela é marcada por uma mudança de pensamento do mecanismo de herança para a base química da herança. As questões modernas da genética centralizaram-se na natureza química do gene e na forma como ela age para produzir as características observáveis dos organismos vivos (BURNS e BOTTINO, 1991, p. 3).

Percebe-se que as questões que envolviam a genética e a biologia molecular até quase a metade do século XX, eram ainda incompreensíveis aos olhos da biologia evolutiva, muito menos da biologia mecanicista. Estudos sobre a hereditariedade avançavam desde Mendel, mas pouco se sabia sobre o material genético como um todo.

Significativos foram os avanços científicos e tecnológicos em que se apoiavam a biologia molecular depois dos anos de 1950, permitindo o entendimento que, além de modelar os fenômenos naturais, dentre eles a compreensão das estruturas que mantinham a vida, poderem interferir nessas estruturas, modificando-as e tomando decisões sobre as mesmas, deslocando o

entendimento da biologia evolutiva com base num determinismo natural para determinações a partir das decisões expressas nas manipulações desse material genético.

Os avanços ocorridos com a biologia molecular possibilitavam estudiosos da biologia evolutiva no começo do século XX, a reverem as conclusivas sistematizações de Charles Darwin. Os neodarwinistas, como foram chamados, repensaram alguns elementos da teoria da evolução apresentada por Charles Darwin no século XIX e que se mostravam inconsistentes e com complicações diante dos estudos desenvolvidos pelos biólogos moleculares e geneticistas entre as décadas de 30 e 50 do século XX (HOBBSAWM, 2006).

Segundo Futuyma (2002), a grande importância dada ao processo de seleção natural, principalmente para os estudos envolvendo a natureza, considerando os organismos e como estes reagem aos fatores ambientais, aos estudos sobre crescimento das populações, as relações presa-predador dentro das comunidades, dentre outras questões; e a natureza da especiação diante de isolamentos reprodutivos; foram elementos importantes da teoria evolutiva que possibilitavam a fundação na síntese evolutiva (neodarwinismo), moldada por contribuições da genética, da bioquímica, da fisiologia, da sistemática cladística, da paleontologia, entre outras, em uma nova teoria neodarwinista de conciliação (MAYR, 1998).

Entre os elementos informativos que contribuía para a constituição desse grupo neodarwinista, encontravam-se as afirmações de que as características adquiridas não são herdáveis. Os estudos e trabalhos publicados nesse contexto histórico, como os de William Ronan Hamilton (1805 - 1865), Wilhelm Weinberg (1862 - 1937), Godfrey Harold Hardy (1877 - 1947), Sergei Sergeevich Chetverikov (1880 - 1959), Julian Sorell Huxley (1887 - 1975), Ronald A. Fisher (1890 - 1962), John B. S. Haldane (1892 - 1964), Sewall Wright (1889 - 1988), Bernhard Rensch (1900 - 1990), Theodosius Dobzhansky (1900 - 1975), Georg Ledyard Stebbins (1906 - 2000), Willi Hennig (1913 - 1976), Ernest Mayr (1944 - 2005), contribuía para o entendimento de que os princípios neodarwinistas da mudança genética eram responsáveis pela origem não somente das espécies, mas também de outros níveis taxonômicos superiores.

E mais, embora tenham trazido amplo consenso sobre alguns princípios, ainda havia espaços de desacordos. Os estudos dos mecanismos evolutivos se expandiam para incorporar novas informações, novas questões e novas controvérsias (FUTUYMA, 2002). A maior parte das idéias de Charles Darwin, Wallace e outros, foram validadas por mais de um século de pesquisas intensas e subseqüentes, na qual o estilo de pensamento biológico evolutivo, especialmente por meio da genética e biologia molecular, propiciaram uma nova forma de ver, pensar, agir, permitindo caminhar para a sintetização e instauração de um novo estilo de pensamento biológico, o da manipulação genética, aderindo-o a princípios explanatórios intrincados, abrangentes e sofisticados (HOBBSAWN, 2006).

Das explicações originais sobre fatores hereditários aos dias em que se conhecia a estrutura e o funcionamento dos genes a nível molecular, ainda sob fortes olhares da biologia mecanicista, para a biologia molecular restava ainda investigar sobre os mecanismos de regulação da atividade dos genes e a maneira pela qual a informação codificada no DNA era traduzida para proteínas (BURNS e BOTTINO, 1991).

Para os estudos sobre esses mecanismos de regulação e síntese proteica, surgia a necessidade de que o ser humano cada vez mais adentrasse no interior do mundo microscópico molecular, físico-químico, e pudesse manipular as bases que constituíam o fenômeno vida. O conhecimento cada vez mais especializado sobre as bases físico-químicas da vida possibilitavam ao ser humano, que na segunda metade do século XX, pudesse ampliar seus conhecimentos sobre o isolamento e a manipulação de características em uma espécie e/ou a introdução de novas características em outras, em favor de sua utilidade para a sociedade, o que nem sempre tem ocorrido.

Em meio a este contexto de mudanças, no final da década de 1950, os pesquisadores franceses François Jacob (1920 -), Jacques Monod (1910 – 1976) e equipe, pesquisavam o processo de síntese de proteínas em células de bactérias. Confirmavam estudos também realizados por Watson e Crick de que a informação genética de um organismo está na sequência de bases do DNA.

Muitas outras contribuições de pesquisadores da biologia molecular foram significativas, porém não há espaço suficiente neste trabalho para abordagens tão específicas. Mas, para o contexto desse trabalho, faz-se necessário mais uma abordagem histórica que contribuiu para o entendimento de que é possível alterar a seqüência da escala natural dos seres vivos, interferir nas forças vitais e naturais, alterar o funcionamento das “máquinas” vivas e prosseguir, quem sabe, com a idéia de que surjam publicações intituladas, por exemplo, de “Nova evidência para a evolução” (FUTUYMA, 2002).

A instauração ...

Em 1972, na Universidade de Stanford, Califórnia, o professor e pesquisador norte-norte americano Paul Berg (1926 -) e sua equipe conseguiram ligar duas cadeias de DNA, uma de origem viral e outra da bactéria *E. coli*. Não foi a primeira tentativa realizada em laboratório, mas foi a primeira experiência bem sucedida onde foram ligadas duas cadeias gênicas diferentes, e que passa a ser considerada por muitos autores o início da criação sintética de produtos de engenharia genética (BUD, 1993), configurando o estilo de pensamento biológico da manipulação genética, sendo Paul Berg o principal divulgador, dentre os cientistas da década de 1970, da técnica de DNA recombinante, a qual possibilitou a manipulação do material genético dos organismos.

Paul Berg graduou-se em química na Abraham Lincoln High School em 1943, especializando-se em bioquímica na Penn State University, em 1948, doutorando-se também em bioquímica pela Case Western Reserve University, em 1952. Em 1980, recebeu o Prêmio Nobel de Química, juntamente com o Walter Gilbert (1932 -) e Frederick Sanger (1918 -). Todos foram reconhecidos por terem pesquisado e deixarem contribuições importantes sobre ácidos nucleicos (EB, 2007).

Paul Berg e sua equipe de pesquisadores dedicaram esforços na utilização de experimentos que envolviam o uso de técnicas recém-desenvolvidas de manipulação genética. A técnica voltava-se à habilidade de construir novas

combinações de moléculas de DNA. Essas moléculas passavam a ser chamadas de DNA recombinante ou, de forma mais generalizada, de Engenharia Genética.

Toda a tecnologia envolvida nos estudos do DNA recombinante resultava dos avanços da biologia molecular entre os anos 40 e 60 do século XX. Nesses tempos, instalava-se a tradição de aproximar os conhecimentos que se tinham sobre o material genético, desde questões estruturais, bioquímicas e informativas referentes aos problemas, fragilidades e complicações centrais da genética clássica mendeliana.

Dois práticas tradicionais de pesquisa que envolvia os pesquisadores moleculares a partir de então: (1) os genes consistiam no DNA; e (2) codificação da informação no DNA e processos de síntese de proteína. As proposições realizadas por Watson e Crick, adicionada ao modelo da estrutura do DNA, somavam avanços teóricos, significativos, num contexto de amplos investimentos em tecnologia, com reflexos posteriores na condição de manipulação do material genético. Uma dessas possibilidades, ou técnicas de manipulação, consistia na tecnologia do DNA recombinante (BUD, 1993).

Outra realização da técnica de DNA recombinante consistia na transferência intra-espécies de uma seção do DNA da bactéria *E. coli* para outra bactéria *E. coli*. Tal experimento foi realizado no ano de 1973 por Stanley Boyer (1922 -), Herbert Cohen (1936 -) e demais integrantes da equipe. As práticas com a técnica de DNA recombinante aconteciam em meio a um contexto envolvendo mudanças na forma de pensar o próprio ser humano, como a realização do primeiro transplante de coração, em 1967, colocando a identidade física em discussão.

O projeto experimental realizado pela equipe de Paul Berg, em 1972, consistia em isolar fragmentos do DNA do vírus SV40 (Simian Virus 40) isolado de células tumorais de macacos e prendia no DNA de outro vírus, um bacteriófago. Na etapa seguinte, o bacteriófago seria colocado em contato com a bactéria *E. coli*. Esta última etapa, portanto, não chega a ser concluída (BUD, 1993).

A justificativa para tal procedimento estava associada com questões de biossegurança. Duas razões principais: em etapas anteriores, observou que o

SV40 causava câncer em ratos; a segunda, por esta bactéria habitar naturalmente o intestino humano, um clone SV40 podia atingir este ambiente e infectar os próprios pesquisadores, podendo chegar a câncer.

Essas e outras preocupações mobilizavam pesquisadores da área a exigir da National Academy of Sciences dos EUA, a criação de um comitê para acompanhar e estudar esta nova biotecnologia de recombinação de material genético por manipulação realizada pelo ser humano. O comitê, formado em 1974, concluía como necessário o acontecimento de uma conferência internacional e abertura para novas discussões sobre o assunto (BUD, 1993).

A Conferência Internacional de Asilomar sobre DNA recombinante ocorreu em 1975, Califórnia. A conferência, organizada por Paul Berg, teve como principal objetivo discutir sobre os perigos biológicos apresentados pela tecnologia do DNA recombinante. A conferência teve também o objetivo de trazer ao conhecimento do público em geral (BUD, 1993), num processo de comunicação intracoletiva e apresentação da técnica de DNA recombinante. Tal fato permitiu ao mesmo tempo em que essa tecnologia fosse absorvida pelo mundo industrial (HOBBSAWN, 2006).

As aplicações práticas da tecnologia propiciavam o financiamento para a pesquisa por laboratórios privados, bem como a permanência de biólogos moleculares nas academias, mas também como proprietários, executivos e consultores das empresas que compunham a indústria da biotecnologia. Como exemplo dessa atividade, Walter Gilbert (1932 -), atuando como professor de biologia molecular em Harvard, atuou como co-fundador da empresa Biotecnologia Biogen em 1978, a qual passava a sintetizar a insulina humana nos seus laboratórios, a partir da técnica do DNA recombinante.

Joshua Lederberg (1925 -), biólogo molecular, contribuía com a emergência da biotecnologia no incentivo à síntese da insulina humana, enfatizando a necessidade das pessoas em utilizar esse produto, favorecendo rápido crescimento dessa indústria. Para Lederberg, as indústrias de biotecnologia possibilitariam a produção de uma variedade ilimitada de proteínas humanas, participação no processo de produção com base na fermentação e na produção de antibióticos e produtos químicos industriais (BUD, 1993).

De maneira geral, a engenharia genética passava a oferecer, a partir da manipulação biomolecular, a obtenção de materiais orgânicos sintéticos. Tal obtenção tornava-se possível por meio de procedimentos de indução, modificando a estrutura genética e interferindo no mecanismo genético natural dos organismos vivos.

As aplicações dessa técnica passavam a ser amplamente utilizada, em organismos geneticamente modificados (OGM), como na indução de bactérias ao uso de hormônios, vacinas e antibióticos; na alteração do genótipo de plantas, com o intuito de melhorar a produção de alimentos a partir de plantas transgênicas; e na alteração do genótipo de animais, com o intuito de corrigir problemas genéticos como a produção de hormônios de crescimento ou obesidade (BURNS e BOTTINO, 1991).

Diante da amplitude das atividades a nível molecular, a biologia e a genética não se restringem à técnica de DNA recombinante, mas também em técnicas e procedimentos que envolvem a estrutura e a função do material genético e seus produtos de expressão, as proteínas, bem como a obtenção, identificação e caracterização de genes.

Técnicas como: PCR (reação em cadeia de polimerase), eletroforese, southern blot, northern blot e western blot, compreendem uma série de técnicas que foram desenvolvidas e permanecem sendo utilizadas em trabalhos no âmbito molecular, como por exemplo, o western blot para a identificação do vírus HIV-1. Combinadas com tecnologias contemporâneas, as técnicas de biologia molecular permitem a análise completa do genoma humano, a identificação de paternidade e criminalidade, a amniocentese, a fertilização in-vitro, a clonagem e a terapia com células-tronco (BURNS e BOTTINO, 1991).

Os desafios deste estilo de pensamento biológico parecem ser infindáveis, porém este mesmo estilo de pensamento biológico da manipulação genética se encontra num momento histórico de consolidação do processo de instauração, procurando se sustentar pela sintonia com a visão de mundo do final do século XX.

Também pela forma de observar, pensar, agir e enfrentar as pressuposições que se formam, une e mantém os membros do coletivo de

pensamento formado pelos que pertencem ao círculo esotérico de pesquisa da biologia molecular e genética molecular, em torno de técnicas que possibilitam ao ser humano a manipulação do material genético das espécies, inclusive sua própria espécie, assegurando as bases que sustentam a extensão do estilo de pensamento biológico da manipulação genética.

A história recente ...

Segundo Hobsbawm (2006, p. 504), “nenhum período da história foi mais penetrado pelas ciências naturais nem mais dependente delas do que o século XX”.

O século XIX se caracterizava como sendo o século do desenvolvimento da ciência fundamentada na primazia do método cartesiano e do mecanicismo. Mas a crise da ciência moderna desestabiliza o cientificismo enquanto capacidade de conhecer a realidade e ditar as regras de adequação das teorias científicas à percepção racional. Pressupostos mecanicistas e deterministas passavam a ser influenciados por novas orientações epistemológicas.

Ao conhecer a realidade via método científico, o positivismo de Comte fortalecido pelo evolucionismo de Herbert Spencer (1820-1903), evidenciava a ciência assegurando à mesma, “a capacidade de transformação da sociedade em direção a um mundo melhor” (ARANHA e MARTINS, 2003, p. 162). Esta mesma concepção de ciência expressava confiança plena e total no saber científico, e na tecnologia para entender e dominar o mundo natural e o fenômeno vida, podendo compreender as sociedades e os indivíduos.

Henri Poincaré (1853-1912), matemático francês, representa bem esta crise do caráter de infalibilidade da ciência e a tendência de praticidade enquanto necessidade humana, sendo útil enquanto responde aos anseios da sociedade. Para ele, “as teorias [científicas] não são nem verdadeiras, nem falsas, mas úteis” (POINCARÉ apud ARANHA e MARTINS, 2003, p. 162).

Para que a ciência reconhecesse a validade das leis e teorias, o conhecimento científico precisava ser verificado e acima de tudo, a própria ciência

deveria ser lógica. Para tal, muitos filósofos defenderam que a ciência deveria ter como alvo o crescimento empírico lógico, mas discordavam como tal conhecimento deveria ser conseguido.

O Círculo de Viena assegurava a predominância do estilo de pensamento científico e filosófico, no início do século XX, pautado no exercício da racionalidade científica, com vistas à dominação dos fenômenos naturais para fins lucrativos, colocando tanto a ciência quanto a técnica a serviço do capital. Os pensadores que aderiram ao Círculo de Viena voltavam seus olhares para a razão instrumental ao descreverem a racionalidade como instrumentalização da razão (CHAUÍ, 2003; REALE e ANTISERI, 2004).

Com base crítica a este contexto científico, surgia nos anos 20 um coletivo de pensadores na Universidade de Frankfurt, Alemanha, com o objetivo de investigar o contexto social da época e a interferência da industrialização moderna. A principal discussão se dava em torno da capacidade de classes trabalhadoras se organizarem e conseguirem transformações sociais importantes (PADOVANI e CASTAGNOLA, 1978).

A chamada Escola de Frankfurt era composta por filósofos e cientistas sociais com afinidades ao pensamento marxista, mas que desse estilo filosófico, apropriavam somente alguns elementos. Apesar de Marx ter aderido anteriormente ao movimento crítico e iluminista, acreditando na forma da razão para combater o obscurantismo que ainda rondava o conhecimento sobre natureza, os pensadores da Escola de Frankfurt sabiam bem que não podiam aderir à razão inocentemente.

Dentre os primeiros pensadores desta escola, encontravam-se Walter Benjamin (1892 – 1940), Marx Horkheimer (1895 – 1973), Herbert Marcuse (1898 – 1979) e Theodor Adorno (1903 – 1969). Estes pensadores concordavam que as transformações ocorriam pelos conflitos e contradições, porém que tais transformações ocorriam por condições sociais, econômicas e culturais, e não somente realizadas pela própria razão.

Suas idéias convergiram no sentido de acreditar que a razão não ilumina e não revela a natureza, emancipando o sujeito da condição de pensamento mítico para o científico. Sendo assim, “afastam-se do cientificismo materialista, da

crença na ciência e na técnica como condições da emancipação social, pois sabem que o progresso se paga com o desaparecimento do sujeito autônomo, engolido pelo totalitarismo uniformizante da indústria cultural ou da sociedade unidimensional” (ARANHA e MARTINS, 2003, p. 124).

Os pensadores da Escola de Frankfurt reuniam elementos essenciais, principalmente das idéias de Karl Heinrich Marx (1818 – 1883), Friedrich Wilhelm Nietzsche (1844 – 1900), Sigmund Freud (1856 – 1939), Max Weber (1864 – 1920) e Martin Heidegger (1889 – 1976). Desses pensadores conseguiam fundamentar a necessidade de proceder a um exame crítico da sociedade em geral e em seus aspectos econômicos, culturais e de produção do conhecimento.

O exame crítico da sociedade permitia aos mesmos identificarem que a ciência deixava de ser forma de acesso ao conhecimento verdadeiro para ser instrumento de dominação, poder e exploração. Tal façanha não era explícita ou não podia ser percebida, pois passava a ser sustentada pela ideologia cientificista, assegurada por meio da escola, dos meios de comunicação, gerando um senso comum de necessidades científicas (CHAUÍ, 2003).

Esse exercício da racionalidade científica pode levar a um conformismo generalizado, pois sem o “trabalho intelectual”, crítico, torna-se difícil afastar o sujeito do mundo vivido, da experiência em si e por si mesma.

Por que não recuperar o espírito crítico da Ilustração, como tendência intelectual na condição de crítica ao mito e ao poder a partir da razão? “O iluminismo, assim entendido, apresenta-se como processo que coloca a razão sempre a serviço da crítica do presente, de suas estruturas e realizações históricas” (ARANHA e MARTINS, 2003, p. 125).

Conforme Aranha e Martins (2003, p. 125), hoje, precisa-se entender os conceitos de razão e de crítica sob outros olhares, a saber:

Quando falamos em razão, não mais acreditamos ingenuamente que, só pelo fato de sermos homens, sejamos automaticamente racionais. Devemos, a partir dos estudos de Freud e Marx, admitir que a razão pode também ser deturpada e pervertida, ou seja, admitir que tanto os impulsos do inconsciente como a ideologia (ou falsa consciência) são responsáveis por distorções que colocam a razão a serviço da mentira e do poder (ARANHA e MARTINS, 2003, p. 125).

Que o século XX dependa dos avanços da ciência, não precisa de prova, porém esta mesma ciência avançada não pode ser adquirida pela experiência diária, nem por muito tempo de escola. Tanto no século XVIII quanto no século XIX, não se sabia o que fazer com toda a gama de conhecimentos triunfantes da ciência, mas serviam a governos ou indústrias, a não ser, nos casos adequados, transformá-los em ideologia: como o século XVIII fizera com Newton e o século XIX fizera com Charles Darwin (HOBSBAWM, 2006).

De poucos especialistas no início do século XX a milhões de cientistas no final do mesmo século, empenhados em pesquisas científicas e tecnológicas e desenvolvimento experimental, busca-se a superação da Era das Catástrofes³⁷ (HOBSBOWM, 2006), principalmente com o aumento de cientistas eurocêntricos recebendo o Prêmio Nobel.

Isto se dava pelo fato de que no século XIX, centros de referência científica como Itália, Estados Unidos, Alemanha, França e Inglaterra, representavam o estilo de pensamento biológico que influenciava o pensamento em cada contexto. Por entenderem as ciências naturais e falarem uma única linguagem universal pautada por um método cartesiano mecanicista, justifica-se o investimento necessário para a permanência desses conhecimentos e práticas nesses centros mais ricos.

Questiona-se, nesse sentido, porque apesar disso, “vastas áreas da vida humana continuam sendo governadas, em sua maioria, pela experiência, experimentação, habilidade, bom senso treinado e, na melhor das hipóteses, difusão sistemática de conhecimento sobre as melhores práticas e técnicas existentes” (HOBSBAWM, 2006, p. 507). O *boom* da indústria da biotecnologia na década de 1970 permitia o consumo daqueles que necessitavam dos resultados das práticas provenientes do DNA recombinante.

A moderna teoria científica, incompreensível pela maioria da sociedade, emergiu na metade do século XX, interferindo na economia, não mais apenas nos grandes centros desenvolvidos. “Sem a última palavra em genética, a Índia e a

³⁷ A *Era das Catástrofes* representa a primeira parte da obra escrita por Eric Hobsbawm. Nesta parte, o autor escreve sobre a Primeira e a Segunda Guerra Mundial, compreendidas ao período histórico de 1914 a 1945 (HOBSBAWM, 2006).

Indonésia não poderiam ter produzido alimentos suficientes para suas populações em explosão, e no fim do século a biotecnologia se tornara um elemento importante tanto na agricultura quanto na medicina” (HOBSEAWM, 2006, p. 507).

O maior problema é que essa biotecnologia, fundamentada em arcabouço teórico e experimental da ciência, encontra-se distante do mundo do cidadão comum. Questionar e ser crítico, enquanto intelectual orgânico, difícil, mesmo para o físico dinamarquês Niels Bohr (1885 – 1962), que chegou a questionar alguma aplicação prática da fissão nuclear, anunciada pelo físico alemão Otto Hahn (1879 – 1968), em 1939.

Assim como os físicos, que entendiam sobre o potencial da fissão nuclear, Lederberg e outros biólogos moleculares utilizavam-se da comunicação inter-coletiva das idéias sobre a aplicabilidade da técnica de DNA recombinante e da possibilidade dos resultados para a sociedade. Alertar governos e indústrias em favor da sociedade passou a fazer parte das atividades desses especialistas.

Mesmo quando os cientistas se achavam empenhados em tentar resolver problemas de reconhecida importância capital, só um pequeno punhado de cérebros num isolado canto intelectual sabia o que eles estavam preparando. Assim, este autor foi bolsista de uma faculdade em Cambridge na mesma época em que Crick e Watson preparavam sua triunfante descoberta da estrutura do DNA (a “Dupla Hélice”), imediatamente reconhecida como uma das conquistas fundamentais do século. Contudo, embora eu até me lembre de ter conhecido socialmente Crick na época, a maioria de nós simplesmente não sabia que esses fatos extraordinários estavam sendo maquinados a umas poucas dezenas de metros dos portões de minha faculdade, em laboratórios pelos quais passávamos regularmente e pubs onde bebíamos. Não é que não nos interessássemos por essas questões. Os que as pesquisavam simplesmente não viam sentido em falar-nos delas, uma vez que não podíamos contribuir para o seu trabalho, nem sequer, provavelmente, entender quais eram os seus problemas (HOBSEAWN, 2006, p. 508).

Por mais que esses conhecimentos científicos inovadores circulassem meios esotéricos e fossem incompreensíveis por uma grande maioria, assim eram construídos e traduziam quase que imediatamente em tecnologias práticas. “A biotecnologia foi ainda mais rápida. As técnicas de DNA recombinante, ou seja, técnicas para combinar genes de uma espécie com os de outra, foram reconhecidas pela primeira vez como adequadamente praticáveis em 1973. Menos de vinte anos depois, a biotecnologia era uma coisa comum no

investimento médico e agrícola” (HOBBSAWN, 2006, p. 509), menos de cinco anos, em 1978, a insulina já era sintetizada em laboratórios particulares e comercializada pela empresa Biogen.

Assim a ciência se apresenta em pleno contexto de transformação de um estilo de pensamento biológico mecanicista e outro evolutivo para um estilo de pensamento biológico da manipulação genética. Os milagres da tecnologia científica representam, para fins práticos, a norma humana na segunda metade do século XX, “que não precisamos entender nem modificar, mesmo que saibamos, ou julguemos saber, o que está acontecendo” (HOBBSAWN, 2006, p. 510), basta confiar e consumir, pois para um aprendiz de feiticeiro, não precisa se preocupar mais com falta de conhecimento.

Sob certos aspectos, a ciência oficialmente aceitava ou provocava desacertos e inquietações, como para os que mantinham o posicionamento das questões teológicas. Porém, de certa forma, a mesma ciência que impunha superioridade, gerava desconfiança e medo, “de vez em quando explodindo em chamas de ódio e rejeição da razão e de todos os seus produtos” (HOBBSAWN, 2006, p. 511).

A desconfiança e o medo na ciência, conforme Hobsbawn (2006) eram alimentados por quatro sentimentos: (1) o de que a ciência era incompreensível; (2) o de que suas consequências tanto práticas como morais era imprevisíveis e provavelmente catastróficas; (3) o de que ela acentuava o desamparo do indivíduo, e arruinava com a autoridade; (4) na medida em que a ciência interferia na ordem natural das coisas, era inerentemente perigosa. Os dois primeiros sentimentos eram compartilhados tanto por círculos de cientistas como de leigos; os dois últimos basicamente por leigos.

Aos leigos, cabia a reação contra uma ciência buscando coisas que não podiam ser explicadas e recusando-se em acreditar que algum dia poderiam ser explicadas pela ciência. “Quanto maiores os triunfos palpáveis da ciência, maior a fome de buscar o inexplicável” (HOBBSAWN, 2006, p. 512). Tal analogia ou fato acontecido foi que, por exemplo, após a Segunda Guerra Mundial, a emergência dos objetos voadores não identificados, inspirados pela ficção e que tinham preferências por territórios anglo-saxônicos, mas que passava a ser objeto

científico anos mais tarde, inclusive sendo teoria da própria origem da vida (HOBSBAWN, 2006). Lederberg passou oficialmente a realizar pesquisas que procuravam vida em Marte, como programa da NASA (EB, 2007).

Muitos foram os temores da desconhecida ameaça da ciência. A manipulação genética não se encontrava fora disso, envolvendo homens e mulheres que viviam sob o domínio dela. Os grandes riscos não vinham dos que se sentiam humilhados pela ciência, mas dos que achavam que poderiam controlá-la. A função governamental, tanto do stalinismo quanto do nacional-socialismo alemão configuravam o comprometimento com o progresso técnico sem limite, usando a ciência para esse fim ao saudar a conquista do mundo pela razão e experimentação. “O que contestavam era seu desafio a visões de mundo e valores expressos em verdades a priori” (HOBSBAWN, 2006, p. 513).

Para as ciências biológicas, nenhum dos dois regimes se achava tampouco admirável ao apropriar-se das idéias evolucionistas. Os geneticistas sérios na Alemanha nazista mantinham grande entusiasmo com a eugenia que incluía matar os incapazes. Sob o regime soviético, os biólogos apesar de terem decidido pela teoria darwinista, se rendiam a decisão de Stalin com base em afirmações do biólogo Trofim D. Lisenko (1898 – 1976) de que a produção agrícola poderia ser multiplicada com processos fundamentados no pensamento de Lamarck.

Contudo, a Era das Catástrofes, talvez por ter diminuído, de modo impressionante, o ritmo do crescimento econômico mundial, ainda foi de complacência científica sobre a capacidade humana de controlar os poderes da natureza, ou, na pior das hipóteses, sobre a capacidade da natureza de adaptar-se ao pior que o homem pudesse fazer. Por outro lado, o que deixava os próprios cientistas inquietos então era sua nova incerteza sobre o que fazer com suas teorias e descobertas (HOBSBAWN, 2006, p. 515).

Segundo Hobsbawm (2006), o século XX passava a ser o século dos teóricos dizendo aos práticos o que deveriam buscar e encontrar à luz de suas teorias. Talvez mais para a matemática e para a engenharia, pois para a biologia molecular com muito pouca teoria (boa parte vinda da química) e aceleração dos resultados práticos em efeitos diretos para a sociedade de classes.

Nesse sentido, não que a observação e a experimentação não fossem importantes, ao contrário, a tecnologia alcançava seu período máximo desde a instauração e extensão do estilo de pensamento biológico mecanicista. A própria microscopia, importante nas primeiras observações de um mundo microscópico antes inexistente, sendo superada pela microscopia eletrônica nos anos 40 e a utilização do raio-X para a conformação do modelo de estrutura de dupla hélice do DNA.

Para os próprios cientistas, o rompimento com a experiência dos sentidos e o senso comum significou um rompimento com as certezas tradicionais de seu campo e a metodologia deste. As conseqüências disso podem ser mais bem vividamente ilustradas seguindo-se a rainha das ciências na primeira metade do século, a física. De fato, na medida em que essa disciplina ainda é a que trata dos menores elementos da matéria, viva ou morta, e com a constituição e estrutura do maior conjunto de matéria, o universo, a física continuava sendo o pilar central das ciências naturais mesmo no fim do século, embora na segunda metade sofresse crescente competição das ciências vitais, transformadas após a década de 1950 pela revolução na biologia molecular (HOBBSAWN, 2006, p. 516).

Nenhum campo da ciência parecia tão consistente, mesmo metodologicamente, que a física newtoniana, tanto que influenciava e muito nas decisões na área biológica para a conformação dos três primeiros estilos de pensamento e que refletia diretamente nas pesquisas para o avanço e transformação para o estilo de pensamento biológico da manipulação genética.

A física, de caráter estritamente mecanicista, se fundamentava em leis universais, cujos mecanismos que ligavam os fenômenos eram compreensíveis, possíveis de serem expressos como relação de causa-efeito. Diferente da complexa confusão que caminhava o fenômeno vida, a física mantinha-se em princípio determinista, com objetivo de demonstração em laboratório. Se uma borboleta pertencia a esta ou aquela classificação ou se evoluisse deste ou daquele ancestral comum, eram preocupações somente da biologia, uma vez que seus mecanismos internos eram possíveis de certeza ao serem modelados com base na física mecânica e “só um tolo ou uma criança iria dizer que o vôo de pássaros e borboletas negava as leis da gravidade” (HOBBSAWN, 2006, p. 517). Possivelmente, “o que deixava os cientistas nervosos era que não sabiam como

juntar o velho e o novo” (HOBSBAWN, 2006, p. 518), que as idéias anteriores pudessem ser reavivadas pela biologia molecular.

Diante da explosão conceitual sobre a qual se ergueram as ciências no século XX, especialmente a genética e a biologia molecular, o princípio de verdade se tornava cada vez mais fundamental para os cientistas. “Uma bela teoria, que era em si uma presunção de verdade, devia ser elegante, econômica e geral. Devia unir e simplificar, como tinham feito até então os grandes triunfos da teoria científica” (HOBSBAWN, 2006, p. 521). Contudo, para a ciência entendida como atividade humana e para a biologia molecular diante de um novo estilo de pensamento biológico, da manipulação genética, produzia não simplificação, mas complicação.

Complicações e preocupações que colocam em cena a política e a ideologia e cercam as ciências da natureza como um todo, por conta das conseqüências do *superboom* econômico e dos reflexos ao planeta Terra, e especificamente à biologia molecular, principalmente a partir da década de 1970. As implicações e interferências apareceram na forma de debates sobre a necessidade de limitações práticas e morais à investigação científica (HOBSBAWM, 2006).

Desde o descrédito da hegemonia teológica, fortemente marcado pela especulação e circulação das idéias transformistas, as questões sobre as implicações dos avanços científicos e tecnológicos não causavam tanto impacto, diretamente envolvendo assuntos humanos, como com os avanços da genética e da biologia molecular na metade do século XX. Pouco tempo depois da Segunda Guerra Mundial, o fenômeno vida passava a ser entendido com outra visão de mundo, a partir desses avanços, possibilitando o conhecimento e a manipulação do mecanismo universal de herança, o código genético.

Tais mudanças no contexto das pesquisas científicas envolvendo o fenômeno vida, não aconteciam inesperadamente, pois desde o começo do século XX, o fenômeno vida possibilitava ser interpretado, compreendido e explicado em termos da física e da química (HOBSBAWM, 2006). Não mais por uma força vital imanente, mas por um modelo mecanicista, interpretativo, com olhar científicista e tecnológico.

A bioquímica acompanha os estudos da origem da vida e se configura com o cientista russo Aleksandr I. Oparin (1894 – 1980), ao publicar em 1924 a teoria para o surgimento da vida na Terra, com base na evolução química gradual de moléculas baseadas em carbono. Tal teoria, fundamentada em bases darwinistas, não podia ser demonstrada experimentalmente, sendo retomada por outros cientistas nos anos de 1950.

A bioquímica ascendia grande impulso nas pesquisas de biologia e genética moleculares, começava a se tornar mais físico com os avanços da microscopia eletrônica e da cristalografia, esta em condições experimentais de analisar e identificar a disposição molecular dos átomos em substâncias sólidas.

Sabia-se que, uma substância, o ácido desoxirribonucleico (DNA), desempenhava um papel, possivelmente o central, na hereditariedade: parecia ser o componente básico do gene, a unidade da herança. O problema de como o gene [...] operava a hereditariedade, já se achava sob séria investigação em fins da década de 1930. Após a guerra, era claro que, nas palavras de Crick, “grandes coisas estavam logo após a esquina” (HOBSBAWN, 2006, p. 532).

Adiante das fronteiras que imporiam restrições as pesquisas biológicas, a perspectiva da Engenharia Genética, no contexto dos anos de 1970, suscitavam a questão imediata de que deviam considerar limitações à pesquisa científica. Deslocado o foco de decisão política deste ou daquele governante, fica a cargo dos próprios cientistas, pelo menos no campo da biologia molecular, de emitir opiniões sobre as implicações dos avanços da manipulação das estruturas básicas que compõem a vida.

A preocupação maior estava, além das mais marginais crenças morais da sociedade (HOBSBAWN, 2006), em encarar como princípio básico da ciência a busca da verdade aonde quer que esta verdade a levasse, interferindo em questões de ordem teológica e filosófica, não se responsabilizando “pelo que os não-cientistas fazem com os resultados” (HOBSBAWN, 2006). Possivelmente, os mesmos biólogos moleculares também buscavam interesse financeiro na biotecnologia.

Os pesquisadores nesses campos [cura do câncer, AIDS e outras] buscavam não necessariamente o que lhes interessava, mas o que era socialmente útil ou economicamente lucrativo, ou aquilo para que havia dinheiro, mesmo quando esperavam que isso os levasse de volta ao caminho da pesquisa fundamental. Nas circunstâncias, não passava de retórica vazia declarar intoleráveis as restrições à pesquisa porque o homem era por natureza uma espécie que precisava satisfazer nossa curiosidade, exploração e experimentação, ou porque os picos de conhecimento deviam ser escalados, na expressão clássica dos montanhistas, “porque estão lá” (HOBSBAWM, 2006, p. 536).

As prioridades para a maioria dos cientistas moleculares, possivelmente não eram em torno da pesquisa em si, com objetivos de resultados experimentais somente, sobretudo quando a pesquisa impunha grandes investimentos financeiros. Tampouco, prioridades de pesquisas puramente aplicadas, pois muitas dessas pesquisas não foram postas em termos de avanço científico, mas de necessidades humanas do momento histórico em questão.

6. PALAVRAS FINAIS

Eu estou [...] à procura dos vestígios de uma razão que reconduza, sem apagar as distâncias, que una, sem reduzir o que é distinto ao mesmo denominador, que entre estranhos torne reconhecível o que é comum, mas deixe ao outro a sua alteridade.

Jurgen Habermas

Sobre a pesquisa ...

Diante do propósito de fundamentar, e não somente identificar, os estilos de pensamento biológico que historicamente predominaram na maneira de interpretar e compreender o fenômeno vida e sua complexidade de relações, tendo como base a história da construção do pensamento biológico, esta dissertação encerra uma etapa que alicerça uma maneira de repensar o fenômeno vida a partir da construção de uma matriz do pensamento biológico, segundo a epistemologia de Ludwik Fleck (1986).

Mesmo sem esgotar a discussão sobre este tema, os objetivos propostos para esta dissertação foram alcançados e de certa maneira puderam estabelecer um diálogo com o processo de construção das DCE de Biologia do Estado do Paraná, sustentando e fundamentando tal documento. Pela dimensão ética, esta dissertação, bem como a DCE de Biologia, propiciaram o resgate do objeto de estudo da biologia, o fenômeno vida, visando a melhoria do trabalho pedagógico do professor de biologia e, conseqüentemente, da melhoria da qualidade do ensino público.

A proposta de fundamentar os modelos conceituais de construção do pensamento biológico propostos nas DCE de Biologia vem ao encontro da

necessidade do professor conhecer a história e a filosofia das ciências envolvidas na construção dos fatos científicos que fazem parte na atualidade, do rol de conteúdos que se pretende para o ensino de biologia.

Ressalta-se a necessidade ainda de conhecer a representação que o professor de biologia tem sobre ciência, sobre a natureza do conhecimento científico, sobre o fenômeno vida, e como afirma Martins (1990),

O professor de uma dada ciência não transmite aos seus alunos apenas os conteúdos (resultados) dessa ciência, mas também (consciente ou inconscientemente) uma concepção sobre o que é Ciência. Ora, o conhecimento sobre a natureza da pesquisa científica só pode ser adquirido de duas formas: ou pela prática da pesquisa e contato com cientistas (isto é, pela vivência direta) ou pelo estudo da História da Ciência (MARTINS, 1990, p. 3).

De acordo com este autor, um estudo aprofundado dos procedimentos historicamente comprovados é a única forma segura de se captar a real natureza da ciência e, na seqüência, poder transmiti-la. Ramos (2003, p. 16) partilha desta mesma idéia e discussão quando afirma que “podemos perceber também que esta tomada de consciência não acontece sem uma perspectiva histórica. Para concretizar este discurso sobre a Ciência [...] é necessário e imprescindível determiná-la no tempo e no contexto das realizações humanas, que também são historicamente determinadas”.

Para conhecer a gênese e o desenvolvimento do pensamento sobre o fenômeno vida foi necessário conhecer e compreender o processo de construção coletiva do conhecimento científico, os momentos históricos das diferentes formas de pensar tal fenômeno, os modelos, as conjunturas sociais, que foram instauradas, se estenderam (permaneceram enquanto tradição) e se transformaram. Basta tomar como exemplo, os modelos utilizados para a circulação do sangue pelo corpo humano (DELIZOICOV, 2002).

De acordo com a epistemologia de Ludwik Fleck (1986), o estilo de pensamento se configura por apresentar um conjunto de elementos que o caracteriza por uma forma de pensar. Nesse sentido, cada pensamento biológico apresentado pelas DCE de Biologia se configura como um estilo de pensamento

biológico por apresentar um conjunto de elementos próprios na forma de pensar o fenômeno vida, sendo:

- Estilo de pensamento biológico descritivo;
- Estilo de pensamento biológico mecanicista;
- Estilo de pensamento biológico evolutivo; e
- Estilo de pensamento biológico da manipulação genética.

Os elementos apresentados por Delizoicov (2002) configuram cada um dos estilos de pensamento biológico a um determinado contexto histórico, em que neste contexto, pensadores, naturalistas ou cientistas se aproximavam por entenderem o fenômeno vida da mesma forma e compartilharem o mesmo corpo de conhecimentos, visão de mundo, linguagem própria, compondo o mesmo coletivo de pensamento.

Os coletivos de pensamento propiciaram o momento em que os sujeitos pensavam de forma similar com relação aos elementos que compõem o estilo de pensamento, a saber:

- Estilo de pensamento biológico descritivo: coletivo de pensamento formado desde os pensadores que integraram o Liceu de Atenas, pelos pensadores que partilhavam das idéias de naturalistas como Aristóteles, Lineu e muitos outros;
- Estilo de pensamento biológico mecanicista: coletivo de pensamento formado pelos pensadores que partilhavam das idéias mecanicistas sobre o funcionamento dos sistemas orgânicos dos seres vivos;
- Estilo de pensamento biológico evolutivo: coletivo de pensamento formado pelos pensadores que partilhavam das idéias evolutivas, de transformação das espécies e da natureza; e

- Estilo de pensamento biológico da manipulação genética: pensadores que partilhavam das idéias instauradas no início dos anos de 1970, com a realização em laboratório das técnicas de DNA recombinante. Pelos estudos realizados, percebe-se que este estilo de pensamento ainda está se configurando, porém como referencial, toma-se os estudos realizados pelo geneticista Paul Berg e sua equipe de pesquisadores. O que justifica tal fato, é que nesse contexto, iniciou as práticas de biologia molecular voltadas à manipulação genética entre os organismos da mesma espécie e de espécies diferentes.

Cabe a ressalva que estas não foram as únicas formas de pensar sobre o fenômeno vida. Diante da complexidade histórica que envolve o entendimento e a compreensão sobre tal fenômeno, optou-se, nessa dissertação, pelo aprofundamento teórico dos estilos de pensamento que predominaram historicamente. Nesse sentido, os conhecimentos, conceitos e terminologias específicas de cada estilo de pensamento biológico, possibilitam que estes conhecimentos biológicos pudessem ser revistos em outra estrutura de pensamento constituído num contexto histórico posterior ao período de predomínio do pensamento coletivo.

Cada um dos estilos de pensamento biológico mantinha expressões e linguagem que se tornava própria dos sujeitos que compartilhavam de tais idéias. As denominações das partes morfológicas e as nomações dos seres vivos no estilo de pensamento biológico descritivo; as analogias entre as partes e funções anatômicas com partes de uma máquina no estilo de pensamento biológico mecanicista; a biologia molecular com todo o rol de expressões que passavam a ser próprias do estilo de pensamento biológico da manipulação genética, entre outros exemplos.

Outro fundamento importante, com relação ao desenvolvimento das idéias, onde cada estilo de pensamento compõe-se a partir de idéias anteriores, que Fleck considerava como sendo proto-idéias, marcando o início do estilo de pensamento biológico e a interferência do momento histórico, as relações sociais, econômicas, políticas, religiosas e culturais de cada contexto.

A circulação de idéias, tanto intracoletiva quanto intercoletiva, se constituiu como elemento importante para que ocorresse a disseminação das idéias. As publicações deixadas pelos sujeitos históricos permitiram a divulgação das idéias principais que se configuraram, em alguns momentos, como sendo divergentes, apresentando outra forma de ver o mundo, o homem, os seres vivos; outra forma de pensar, de agir, dando continuidade ao período de propícias transformações.

Outro ponto importante destacado da obra de Fleck (1986) refere-se ao período marcado pela harmonia das ilusões. Considera-se que neste período não houve disseminação de *idéias erradas* sobre o fenômeno vida, porém, destaca-se a importância dessas idéias corresponderem ao momento histórico cultural, respondendo às necessidades do contexto. Poincaré, filósofo da ciência, ajuda na compreensão de que as teorias científicas não são certas ou erradas, mas úteis. Nesse sentido, ao se fazer referência a “idéias erradas” sobre o fenômeno vida, não se pretende desqualificar as concepções aí expressas, e sim compará-las com as concepções atuais.

Considerando os processos ou momentos de instauração, extensão e transformação de cada um dos estilos de pensamento biológico, há uma superação de um pensamento biológico para o outro seguinte, sem que configure uma linearidade histórica para isso, como poderia se apresentar a partir de um olhar primário. Também, não ocorre de forma abrupta, com rompimento estanque. A passagem se configura com momentos de convivência desses estilos. Nestes termos, a superação do estilo de pensamento biológico anterior se expressa pelos mesmos elementos que configuram o estilo de pensamento nas idéias de Fleck (1986).

Por exemplo: o estilo de pensamento biológico mecanicista possui elementos que não são expressos no estilo descritivo, por este ter sido constituído em outro momento histórico, em condições técnicas e tecnológicas diferenciadas, com influências extrínsecas ao contexto científico como política, economia, religião, senso comum, e principalmente pelo método utilizado em cada um dos estilos.

A passagem do estilo de pensamento biológico descritivo não ocorre para o estilo mecanicista e sim para o estilo evolutivo. O estilo de pensamento biológico mecanicista, assim como o estilo descritivo, tem origem no pensamento grego, porém sem o modelo-máquina. Tal estilo mecanicista se configura em meio ao contexto de pesquisa de Harvey (1578 - 1657) e outros médicos de sua época, no período renascentista, convivendo conjuntamente com o estilo descritivo, porém com a predominância deste último.

Enquanto o estilo de pensamento biológico descritivo se configurava a partir do ser vivo e deste para o mundo macroscópico, isto é, do seu corpo físico para o ambiente; o estilo mecanicista, se configurava a partir do ser vivo e deste para suas estruturas internas, funcionando de forma análoga a uma máquina, a um relógio.

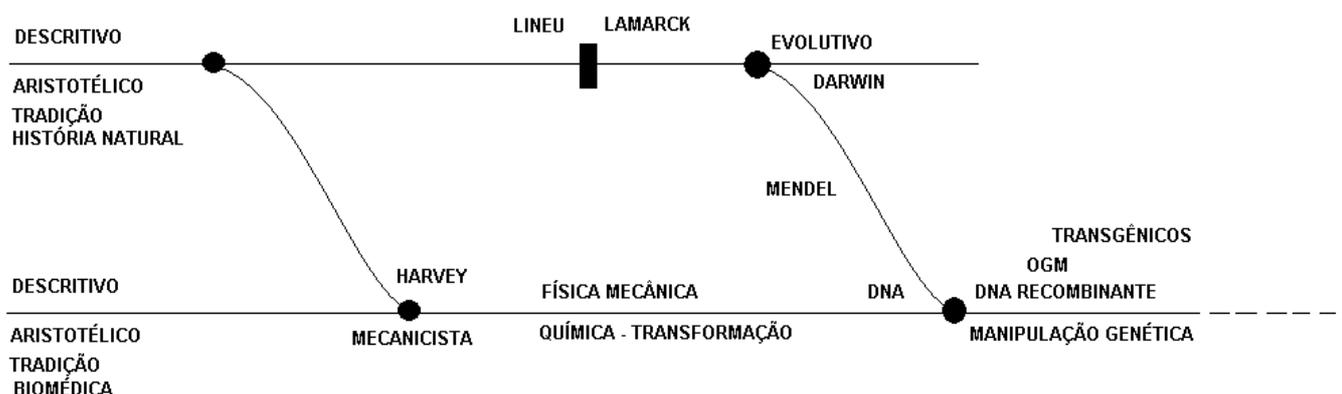
Dois foram os principais fatores históricos que propiciaram discussões adversas: (1) o uso de instrumentos físicos, ampliando a imagem aparente das coisas; (2) a exploração mercantil e a coleta de um grande número variado de espécies de todos os lugares do mundo. Estas e outras questões puseram em contradição os dois pensamentos: descritivo e mecanicista.

Os dois estilos passaram a ser superados, em meados do século XIX, pelo estilo de pensamento biológico evolutivo. Este estilo, com princípios sistêmicos da natureza, evidenciou elementos que possibilitaram uma hierarquização das espécies segundo aspectos evolutivos, funcionais e embriológicos. Nesse sentido, as partes anatômicas deixaram de ser vistas como órgãos com funções definidas, para órgãos com funções promovidas pelo ambiente segundo as necessidades de cada espécie.

Apesar da superação das tradições gregas, com a mecanização da ordem da natureza desde o século XVI, o estilo de pensamento biológico mecanicista predomina na forma de pensar os seres vivos, porém não é transformado a estilo de pensamento biológico evolutivo. Este estilo evolutivo resulta, sim, da transformação do estilo descritivo, deixando de entender os seres vivos como imutáveis, passando a ser compreendidos como mutáveis. O estilo mecanicista, sistematizado nos tempos de Harvey, passa a ser transformado pelo estilo da manipulação genética, na metade do século XX.

Os estilos, mecanicista e evolutivo, ainda convivem nos momentos históricos dos séculos XVIII e XIX, porém com a predominância deste último estilo. O estilo mecanicista começa a perder espaços nas discussões por conta dos estudos de embriologia e anatomia comparadas, que cada vez mais comprovavam os princípios evolutivos, uma vez que as funções dos órgãos não eram mais preocupação primeira, visto os estudos já avançados com base nos modelos de funcionamento sistêmicos dos órgãos e com os avanços dos estudos sobre fisiologia humana e animal.

Os momentos de instauração, extensão e transformação de cada um dos estilos de pensamento biológico podem ser expressos no gráfico a seguir, mostrando a ausência de linearidade entre os estilos:



A construção histórica do pensamento biológico não pode ser interpretada simplesmente observando-se o passado e definindo-o a partir de *blocos* fechados construídos em cada momento histórico. Olhar para o passado implica em entender da mesma maneira que os sujeitos participaram da construção coletiva.

Nesse sentido, torna-se possível à convivência de diferentes formas de pensar o fenômeno vida, com predominância de um dos estilos. Tanto que, a superação de um determinado estilo de pensamento biológico não implica necessariamente em sua exclusão como forma de pensar. Os modelos epistemológicos podem conviver na forma de estilos diferenciados, por conta dos tipos de conhecimentos e da superação do conhecimento científico estruturado e sistematizado tomado como verdade num determinado momento histórico.

Há necessidade de cautela no sentido de não abandonar as idéias do passado ou aceitá-las como “erradas”, como a epistemologia da ciência no contexto de instauração de cada um dos estilos. Porém, não se pode partilhar da idéia de que a história do pensamento biológico seja construída por justaposição de blocos de estrutura descontínua, radicais a ponto de desconsiderar as transformações com base no conhecimento anteriormente construído, as proto-idéias, tanto no contexto do indivíduo, quanto no contexto do coletivo de pensamento (FLECK, 1986). Tal crítica não pretende colocar em crise a descontinuidade da ciência, mas de reforçar a importância das proto-idéias para a evolução das formas de pensar.

Diante disso, uma pesquisa interessante seria, por exemplo, realizar outros estudos sobre um fato científico em específico, como por exemplo sobre a fecundação ou sobre a fotossíntese, visto sob os diferentes estilos de pensamento biológico, permitindo complementação e ampliação dos estudos iniciados nessa dissertação. Firma-se, também, a necessidade de saber como se trabalha a construção do pensamento sobre o fenômeno vida no âmbito escolar, investigando a prática de professores de biologia, bem como análise de materiais didáticos para conhecer a forma de mediação realizada pelos autores dos referidos materiais.

Caminhando para a finalização das discussões sobre a pesquisa e respondendo a pergunta que mobilizou este trabalho, conclui-se que historicamente, quatro foram os estilos de pensamento biológico que predominaram na construção do pensamento biológico. Estes estilos contribuem para uma tomada de consciência sobre a instauração, a extensão e a transformação de cada estilo, sendo que o estilo de pensamento biológico da manipulação genética se encontra em processo de formação das bases da tradição na forma de pensar, configurando-se com as primeiras práticas realizadas com a técnica de DNA recombinante.

As discussões sobre os estilos de pensamento biológico não se encerram com este trabalho, sendo necessárias outras pesquisas complementares e diferenciadas que possam ampliar e envolver o processo ensino-aprendizagem e de contínuo processo de formação dos professores de biologia.

O mais importante são os conteúdos de biologia que têm como base de fundamentação a produção do conhecimento pela biologia enquanto processo de pesquisa. A história de um fato científico, a compreensão da origem, do desenvolvimento, das relações, permite uma formação mais qualificada do professor de biologia e possibilita discussão entre os pares, com crescimento profissional e desenvolvimento de valores humanos.

Sobre as premissas ...

Com a fundamentação dos estilos de pensamento biológico nesta dissertação, por conta de profunda pesquisa documental e exploratória, os professores em processo contínuo de formação podem ter à sua disposição esta leitura para que possam ter subsídios de estudo e aprofundamento teórico.

Espera-se que este trabalho possa contribuir com a inserção da história da ciência nos currículos de graduação em Ciências Biológicas, em especial a licenciatura em biologia, diante da necessidade de que o professor compreenda como o conhecimento biológico foi construído e possa ser ensinado da forma mais adequada possível. Também, possa contribuir como referencial permanente para os estudos e trabalhos que embasam as reformulações de programas de formação continuada de professores da Secretaria de Estado da Educação do Paraná e na formação inicial que se dá no âmbito das Instituições de Ensino Superior.

Sobre o futuro ...

Toda a pesquisa documental contida nessa dissertação permite, em pesquisa seqüencial à dissertação de mestrado, investigar quais as representações de ciência e do fenômeno vida, evidenciadas na prática dos professores de biologia da rede pública do Estado do Paraná em processo de formação continuada.

Nesses termos, a realização da continuidade dessa pesquisa é uma tarefa necessária e desejada, pois pode evidenciar, seja no discurso ou na prática, a representação dos professores sobre o fenômeno vida e como ensinam os conhecimentos científicos construídos historicamente, a partir do entendimento da gênese e do desenvolvimento desses conhecimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFONSO-GODFARB, A. M. **O que é história da ciência?** Coleção Primeiros Passos. São Paulo: Brasiliense, 1999.

ALQUINI, Y. [et al]. Biologia. In: KUENZER, A. Z. [org.] **Ensino médio: construindo uma proposta para os que vivem do trabalho.** São Paulo: Cortez, 2002.

ALVES, R. **Filosofia da ciência: introdução ao jogo e suas regras.** São Paulo: Loyola, 2000.

ANDERY, M. A.; MICHELETTO, N.; SERIO, T. M. P. [et al]. **Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica.** Rio de Janeiro: Espaço e Tempo; São Paulo: EDUC, 1998.

ARANHA, M. L. A; MARTINS, M. H. P. **Filosofando.** São Paulo: Moderna, 2003.

ARAÚJO, I. L. **Introdução à filosofia da ciência.** Curitiba: UFPR, 2002.

ARROYO, M. G. A função do ensino de ciências. **Em Aberto**, Brasília, v. 7, n. 40. out/dez, 1998.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico.** Rio de Janeiro: Contraponto, 2002.

BARRA, V. M.; LORENZ, K. M. Produção de materiais didáticos de ciências no Brasil: período 1950 a 1980. **Revista Ciência e Cultura**, v. 38, n. 12, p. 1970 – 1983, dez. 1986.

BIZZO, N. Biologia. In: MEC. **Manual de orientações curriculares do ensino médio.** Brasília: MEC, 2004.

BLEGER, J. **Psicologia da conduta.** Porto Alegre: Artmed, 1987.

BOMBASSARO, L. C. **Ciência e mudança conceitual**: notas sobre epistemologia e história da ciência. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1995.

BRANCO, S. M. **Evolução das espécies**: o pensamento científico, religioso e filosófico. São Paulo: Moderna, 2004.

BRONOWSKI, J. **Ciência e valores humanos**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1979.

BUD, R. F. **The uses of life: a history of biotechnology**. London: Cambridge University Press, 1993.

BURGUETE, M. C. **História e filosofia das ciências**. Lisboa: Instituto Piaget, 2004.

BURNS, G. W.; BOTTINO, P. J. **Genética**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências**: tendências e inovações. São Paulo: Cortez, 2001.

CHALMERS, A. F. **A fabricação da ciência**. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1994.

_____. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

CHASSOT, A. **A ciência através dos tempos**. São Paulo: Saraiva, 2005.

CHAUÍ, M. **Convite à filosofia**. São Paulo: Ática, 2003.

COTRIM, G. **Fundamentos da filosofia**: ser, saber e fazer. São Paulo: Saraiva, 2006.

CUTOLO, L. R. A. **Estilo de pensamento em educação médica**: um estudo do currículo do curso de graduação em medicina da UFSC. Tese de Doutorado, Florianópolis: CED-UFSC, 2001.

COUTINHO, F. A. **Construção de um perfil conceitual de vida**, 2005. 201 p. Tese (Doutorado em Educação), Universidade Federal de Minas Gerais. [versão não publicada]

DELIZOICOV, N. C. [et al]. O movimento do sangue no corpo humano: do contexto da produção do conhecimento para o do seu ensino. **Revista Ciência e Educação**, v.10, n.3, p. 443-460, 2004.

_____. **O movimento do sangue no corpo humano: história e ensino**. Santa Catarina, 2002. 218 p. Tese (Doutorado em Educação – Ensino de Ciências Naturais), Universidade Federal de Santa Catarina. [versão não publicada]

EMMECHE, C; EL-HANI, C. N. O que é vida?. In: EL-HANI, C. N.; VIDEIRA, A. A. P. **O que é vida?: para entender a biologia do séc. XXI**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000. p. 31-56.

ENCYCLOPEDIA BRITANICA (**EB**). Disponível em www.brittanica.com. Acesso em 29/05/2007.

FEIJÓ, R. **Metodologia e filosofia da ciência: aplicação na teoria social e estudo de caso**. São Paulo: Atlas, 2003.

FERREIRA, A. B. de H. **Dicionário aurélio escolar da língua portuguesa**. Curitiba: Positivo, 2004.

FEYERABEND, P. K. **Contra o método**. São Paulo: UNESP, 2007.

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

FRANCA, L. **Noções de história da filosofia**. Rio de Janeiro: Agir, 1990.

FREIRE-MAIA, N. **A ciência por dentro**. Petrópolis: Vozes, 2000.

FURLANETO, E. C. **Como nasce um professor?: uma reflexão sobre o processo de individualização e formação**. São Paulo: Paulus, 2003.

FUTUYMA, D. J. **Biologia evolutiva**. Ribeirão Preto: FUNPEC/Sociedade Brasileira de Genética/CNPq, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GIROUX, H. **Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem.** Porto Alegre: Artmed, 1997.

GRINNELL, F. **The scientific attitude.** Nova York: Guilford Press, 1992.

GUSDORF, G. **Da história das ciências à história do pensamento.** Lisboa: Pensamento Editores Livreiros LDA, 1988.

HAWKING, S. W. **Os gênios da ciência: sobre os ombros de gigantes.** Rio de Janeiro: Campus, 2005.

HEALEY, P. **Microscópios e formas de vida microscópicas.** São Paulo: Melhoramentos, 1982.

HOBSBAWM, E. J. A. **Era dos extremos. O breve século XX: 1914 – 1991.** São Paulo: Companhia das Letras, 2006.

IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza.** São Paulo: Cortez, 2004.

KNELLER, G. F. **A ciência como atividade humana.** Rio de Janeiro: Zahar, 1980.

KOYRÉ, A. **Do mundo fechado ao universo infinito.** Rio de Janeiro: Forense Universitária; São Paulo: EDUSP, 1974.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia.** São Paulo: EDUSP, 2004.

_____. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **Revista São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

KUHN, T. S. **Estrutura das revoluções científicas.** São Paulo: Perspectiva, 2005.

LAKATOS, I. **História da ciência e suas reconstruções racionais.** Lisboa/Portugal: Edições 70, 1998.

LEITE, R. C. M. A história das leis de Mendel na perspectiva fleckiana. **Revista da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Bauru/SP, v.1, n.2, mai/ago 2001.

LIMA, A. M. C. **Estilo de pensar no ensino de medicina homeopática**. Santa Catarina, 2003. Tese (Doutorado em Educação), Universidade Federal de Santa Catarina.

LOPES, A. C.; MACEDO, E. [org.]. **Currículos: debates contemporâneos**. São Paulo: Cortez, 2002.

LOSSE, J. **Introdução histórica à filosofia da ciência**. Belo Horizonte: Itatiaia, 2000.

LOVO, A. **Filosofia e educação: a dimensão evolutiva do conhecimento**. Curitiba: Qualogic, 2000.

LÖWY, I. Ludwik Fleck e a presente história das ciências. **Revista Manguinhos**, v.1, n.1, jul/out 1994.

MARTINS, R. A. A teoria aristotélica da respiração. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**. Campina, série 2, 2(2), p. 165-212, jul/dez, 1990a.

_____. Sobre o papel da história da ciência no ensino. **Sociedade Brasileira de História da Ciência**, v.1, n.9, p. 3-5, ago/1990b.

MAYR, E. **Desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança**. Brasília: UnB, 1998.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: UnB, 1999.

NARDI, R. (org.). **Questões atuais no ensino de ciências**. São Paulo: Escrituras, 2002.

PADOVANI, H. A.; CASTAGNOLA, L. **História da filosofia**. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Departamento de Ensino de Segundo Grau. **Reestruturação do ensino de 2º grau**. Curitiba: SEED, 1993.

_____. Secretaria de Estado da Educação. Departamento de Ensino Médio. **Diretrizes Curriculares Estaduais de Biologia**. Curitiba: SEED/DEM, 2006.

PESSOA JR., O. **Medicina e biologia grego-romanas**. Curso - Teoria do conhecimento e filosofia da ciência I – Universidade de São Paulo, 2004. Disponível em www.fflch.usp.br/df/opessoa/. Acesso em 24/06/2007.

PFUETZENREITER, M. R. Epistemologia de Ludwik Fleck como referencial para a pesquisa nas ciências aplicadas. **Revista Episteme**, Porto Alegre, n.16, p. 111-135, jan/jun 2003.

PIAGET, J. **A epistemologia genética**. São Paulo: Abril Cultural, 1983.

PIAGET, J. **Psicologia e pedagogia**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2003.

PILETTI, C.; PILETTI, N. **Filosofia e história da educação**. São Paulo: Ática, 2002.

POPPER, K. R. **A sociedade aberta e seus inimigos**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1987.

_____. **Conjecturas e refutações**. Brasília: UnB, 1972.

PORTER, R. **The Greatest Benefit to Mankind: A Medical History of Humanity**. William Harvey Medical Research Foundation. Disponível em www.williamharvey.org/wm_harvey.htm Acesso em 22/07/2007.

PORTOCARRERO, V. [org.]. **Filosofia, história e sociologia da ciência**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1994.

PRETTO, N. D. L. **A ciência nos livros didáticos**. 2ª ed. Campinas: Unicamp, 1995.

RAMOS, M. G. Epistemologia e ensino de ciências: compreensões e perspectivas. In: MORAES, R. [org.]. **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.

RAW, I.; SANT'ANNA, O. **A. Aventuras da microbiologia**. São Paulo: Hacker Editores – Narrativa Um, 2002.

REALE, G.; ANTISERI, D. **História da filosofia**. São Paulo: Paulus, 2004.

RONAN, C. A. **História ilustrada da ciência**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1997.

ROSSI, P. **O nascimento da ciência moderna na Europa**. Bauru: EDUSC, 2001.

RUSS, J. **Dicionário de filosofia**. São Paulo: Scipione, 1994.

SANTOS, B. S. **Um discurso sobre as ciências**. São Paulo: Cortez, 2004.

SCHÄFER, L.; SCHNELLE, T. Introducción – Los fundamentos de la visión sociológica de Ludwik Fleck de la teoría de la ciencia. In: FLECK, L. **La gènesis y el desarrollo de un hecho científico**. Madrid: Alianza Editorial, 1986.

SCHLICHTING, M. C. R. **A formação do professor de biologia**. Florianópolis, 1997. Dissertação (Educação).

SILVA, C. C. [org.]. **Estudos de história e filosofia das ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

SMITH, L. Introduction to Piaget's Sociological Studies. In: PIAGET, J. **Sociological studies**. London: Routledge, 1995.

WEISSMANN, H. **Didática das ciências naturais**: contribuições e reflexões. Porto Alegre: Artmed, 1998.