

ISSN 1413-5736

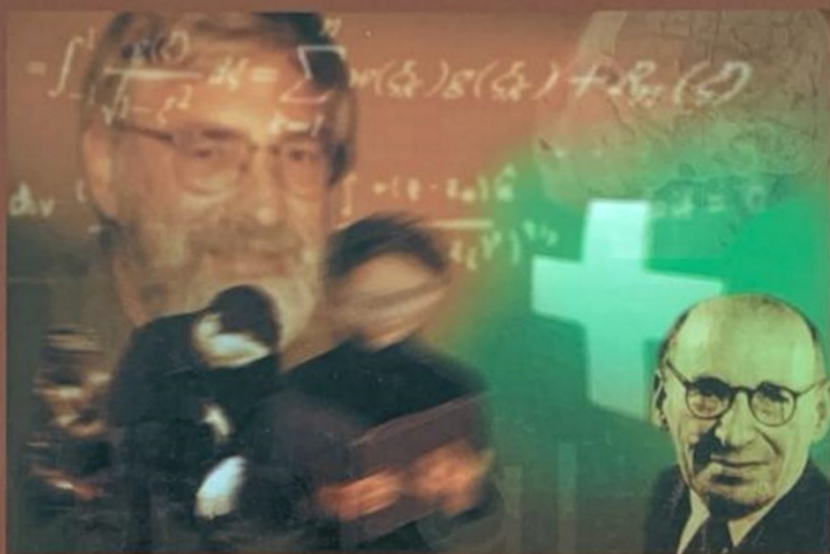


episteme

filosofia e história das ciências em revista

ISSN 1413-5736

n.16 jan./jun. 2003



Universidade Federal do Rio Grande do Sul
ILEA/ Grupo Interdisciplinar em Filosofia e História das Ciências



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL**

**INSTITUTO LATINO-AMERICANO
DE ESTUDOS AVANÇADOS**

**GRUPO INTERDISCIPLINAR EM
FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS**

Reitora

Wrana Panizzi

Vice-Reitor e Pró-Reitor de Ensino

José Carlos Ferraz Hennemann

Pró-Reitor de Pesquisa

Carlos Alexandre Netto

Vice-Vice-Pró-Reitora de Pesquisa

Marininha Aranha Rocha

Diretor do ILEA

Eloy Julius Garcia

Coordenador do GIFHC

Rualdo Menegat

episteme

filosofia e história das ciências em revista

EDITOR

Aldo Mellender de Araújo

Co-EDITOR

Rualdo Menegat.

COMISSÃO EDITORIAL

Aldo Mellender de Araújo, Alfredo Veiga-Neto, Anna Carolina K. P. Regner, Rualdo Menegat e Russel Teresinha Dutra da Rosa

CONSELHO EDITORIAL

Alberto Cupani (UFSC, Brasil); Ana Maria Alfonso Goldfarb (PUCSP, Brasil); Attico Chassot (UNISINOS, Brasil); Caetano Ernesto Plastino (USP, Brasil);

Carlos Arthur Nascimento (UNICAMP, Brasil); Eduardo Antonio Rabossi (Universidad de Buenos Aires, Argentina); José Luis Goldfarb (PUCSP, Brasil); Mario Otero (Universidad de la República, Uruguai); Michael Ruse (Florida State University, Estados Unidos); Rejane Maria de Freitas Xavier (MINC/Brasília, Brasil); Roberto de Andrade Martins (UNICAMP, Brasil); Timothy Lenoir (Stanford University, Estados Unidos); Thomas Glick (Boston University, Estados Unidos); Ubiratan D'Ambrósio (PUCSP, Brasil); Víctor Rodríguez (Universidad Nacional de Córdoba, Argentina).

Expediente: episteme é uma publicação do Grupo Interdisciplinar em Filosofia e História das Ciências. Programa de Apoio a Grupos Interdisciplinares (PROPESQ). Capa de: Carla Luzzano. **Legenda da capa:** Fotografias de John Collier, à esquerda, e Ludwick Fleck, à direita, sobre imagens. **Editoração eletrônica:** Com Texto Editoração Eletrônica. **Revisão dos textos:** Alessandro Zir. **Periodicidade:** semestral. **Tiragem:** 1.000 exemplares. **Forma de aquisição:** R\$ 16,00 (ver "como adquirir" em <http://www.ilea.ufrgs.br/episteme/> ou contatar endereço, telefone, fax ou e-mail abaixo).

Endereço: Av. Bento Gonçalves, 9500, Prédio 43 322 sala 104 – Campus do Vale, Porto Alegre, RS 91509-900 Brasil, Fax (51) 3316-7155 e 3316-7156, Fones (51) 3316-6941 e 3316-6945, E-mail: gifhc@ilea.ufrgs.br; URL: <http://www.ilea.ufrgs.br/gifhc>; <http://www.ilea.ufrgs.br/episteme/>

Apoio:



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE ESTUDOS AVANÇADOS
GRUPO INTERDISCIPLINAR EM FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS

episteme

filosofia e história das ciências em revista

Episteme, Porto Alegre, n. 16, jan./jun. 2003.

Episteme / Grupo Interdisciplinar em Filosofia e História das Ciências. n. 16 jan./jun. 2003.

Porto Alegre: ILEA / UFRGS, 1996 -

ISSN 1413-5736

1. Filosofia. 2. Epistemologia. 3. História da Ciência.
4. Filosofia da Ciência. 5. Sociologia da Ciência.

Catálogo na publicação: Biblioteca Setorial de Ciências Sociais e Humanidades.

Bibliotecária: Maria Lizete Gomes Mendes - CRB 10/950

Os artigos publicados na *Episteme* são sumarizados ou indexados em:

- *The Philosopher's Index* (EUA);
- *Sociological Abstracts* (EUA);
- *Social Services Abstracts* (EUA);
- *Political Science and Government* (EUA);
- *Linguistics & Language Behavior Abstracts* (EUA), e
- *Scielo – Scientific Eletronic Library Online* (Brasil).

Editorial.....	5
Conversando com John Collier	
<i>Daniel Hoffmann</i>	<i>11</i>
Dos genes aos memes: a emergência do replicador cultural	
<i>Karla Chediak.....</i>	<i>45</i>
Experimentos en biología evolutiva: ¿Qué tienen ellos que los otros no tengan?	
<i>Gustavo Caponi</i>	<i>61</i>
Teoría craneana funcional de Cornelis Jakob Van Der Klaauw: una teoría sobre adaptación morfológica	
<i>Vicente Dressino e Susana Gisela Lamas</i>	<i>99</i>
Epistemologia de Ludwik Fleck como referencial para a pesquisa nas ciências aplicadas	
<i>Márcia Regina Pfuetzenreiter.....</i>	<i>111</i>
O conhecimento matemático no realismo e no idealismo: compreensão e reflexão	
<i>Renata Cristina G. Meneghetti</i>	<i>137</i>
Resenha: Para (re) conhecer um ícone: Mendeleiev	
<i>Attico Chassot</i>	<i>151</i>
Resenha: Newton: textos, antecedentes e comentários	
<i>Dilhermando Ferreira Campos</i>	<i>157</i>

INFLUÊNCIA E NOVOS SIGNIFICADOS DA IDÉIA DE EVOLUÇÃO

A noção de que a humanidade está inscrita na História Natural é muito recente. Foram os estudos de Darwin, que ganharam notoriedade com a publicação, em 1859, da *Origem das espécies*, que a idéia de evolução clivou a forma contemporânea de se ver o mundo e os objetos que contém. Desde o início, essa visão da vida fascinou as mentes. Todos os 1.500 exemplares da primeira edição do livro de Darwin foram vendidos em menos de dez horas.

As disciplinas que tinham como finalidade o estudo da História Natural passaram a propor uma evolução dos objetos, ultrapassando as técnicas e fórmulas meramente classificacionistas. Ao invés de uma simples ‘História da Vida’, os manuais foram gradativamente utilizando a expressão ‘Evolução da Vida’; ao invés de ‘História da Terra’, ‘Evolução da Terra’, como se pudéssemos conectar, ininterruptamente, tal qual num filme, cada momento do vir a ser dos objetos naturais. Mais do que uma narrativa de fatos históricos, a evolução da Terra e das coisas que contém, todas interconectadas e interdependentes, foi re-significada em termos dos processos que a engendra.

A gênese não tem um local e um tempo. Ela está por todo o lugar e em todo o tempo. O que foi difícil admitir para a Humanidade – sua evolução em qualquer tempo e através do tempo – acabou sendo admitido, hoje, também para o Universo ou universos. No início do século XX, por exemplo, as teses sobre o universo incomensuravelmente grande procuravam mais descrever sua forma e leis, do que entender sua história. Para diferenciar os métodos, Maxwell dizia que as ciências que tratavam da História Natural “não passavam de colecionadoras de selos”. Paradoxalmente, livros sobre a evolução do Universo, ou do tempo, são hoje um impressionante fenômeno editorial em todo o mundo.

A nova cosmologia trata, em diferentes escalas, da evolução de todos os objetos. As disciplinas científicas, anteriormente distinguidas pela classe ou reino ao qual pertence seu objeto de estudo, agora se diferenciam pela escala em que analisam e entendem a evolução das coisas do mundo.

Mesmo assim, os objetos culturais continuaram a ter mais uma história do que propriamente uma evolução. Como escreveu Stephen Jay Gould, um dos mais brilhantes naturalistas do século XX, a visão de Darwin “rompia tão

radicalmente com o pensamento ocidental tradicional que ainda não o assimilamos por completo”.¹

Em que termos poder-se-ia incluir a produção cultural dentro de uma perspectiva evolucionista acabou sendo uma questão difícil de ser admitida. Todavia, novas chaves foram lançadas a partir da investigação sobre *memes*, um tipo de unidade básica que constitui a cultura, sua produção e reprodução, e, também, sua evolução.

EPISTEME 16: O QUE HÁ PARA LER?

Este número da *Episteme* está organizado em três blocos: ciências da vida, ciências aplicadas e conhecimento matemático.

O primeiro bloco agrupa quatro artigos e uma entrevista que trazem contribuições na área das ciências da vida, onde, algumas delas, querem dar conta desses novos significados e usos da idéia de evolução, que passam pela cultura, pela moral e, mesmo, até em como ela tem sido utilizada para diferenciar disciplinas e epistemologias dentro da própria Biologia.

A interessantíssima entrevista *Conversando com Jonh Collier*, professor da Universidade de Natal, na África do Sul, apresenta aos leitores e leitoras de *Episteme* assuntos de fronteira sobre teoria da informação, teoria da ascendência, ontologia da complexidade, biossemiótica, vida artificial. Cuidadosamente elaborada pelo professor Daniel Hoffmann, da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, essa entrevista abrange, também, as relações entre Filosofia e Ciência no mundo contemporâneo. Longe de fornecer fórmulas prontas, o entrevistado, de forma brilhante, reuniu um inusitado equilíbrio entre provocação ao mundo intelectual, trajetória de sua vida científica e proposição de conceitos e teorias inovadoras que procuram dar conteúdo e sentido a suas críticas.

No artigo *Dos genes aos memes: a emergência do replicador cultural*, o pesquisador Ricardo Waizbort, da Fundação Fiocruz, brinda-nos com uma abrangente introdução à memética e ao estudo dos memes, os replicadores culturais. Com uma trama instigante e muito bem preparada, o autor inicia mostrando a memética na acepção de ‘darwinismo universal’, como formulam alguns de seus principais expoentes. Em seguida, à guisa de contraste histórico, apresenta os conceitos darwinianos basilares de evolução por seleção natural,

¹ GOULD, S. J. **O mundo depois de Darwin; reflexões sobre História Natural**. Lisboa : Presença, 1988. p. 22.

para poder, na seqüência, conjecturar sobre um modelo testável dos fenômenos de transmissão cultural. Aqui, o pesquisador tece os contornos das possibilidades conceituais e metodológicas de adotar um programa de pesquisa que ambicione explicar a evolução humana desde o crescimento do cérebro até suas organizações sociais. Tal evolução sob o ponto de vista nemético é, então, apresentada como uma espécie de epílogo a sua arguta construção investigativa, que nos faz entender como a mente humana é um ‘ninho de memes’.

No artigo seguinte, intitulado *Notas sobre a concepção evolucionista da moral*, a profesora Karla Chediak, da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, introduz o leitor e leitora a um terreno deveras sobejo quando investiga as possibilidades e conseqüências de atribuir-se uma origem evolutiva para a moral. É razoável supor uma origem evolutiva para a moral? Para responder essa questão, a autora discute com muita propriedade os problemas filosóficos do determinismo e do objetivismo. Também acrescenta em que medida o empirismo e racionalismo, como alternativas extremas ao evolucionismo, podem ser refutados. Ciente de que um argumento forte daqueles que negam uma origem evolucionista da moral é afirmar a indeterminação total da espécie, a autora expõe, com muita propriedade, como se intercombinam a moralidade embasada nos sentimentos e as possibilidades de crítica aos juízos assim assumidos. Onde, adverte que não é papel do evolucionismo prescrever como devemos agir, mas sim explicar os vínculos entre as evoluções biológica e cultural.

No terceiro artigo deste primeiro bloco, intitulado *Experimentos en Biología evolutiva: ¿qué tienen ellos que los otros no tengan?*, o professor Gustavo Caponi, da Universidade Federal de Santa Catarina, conclui uma trilogia² onde se propôs a distinguir epistemológica e metodologicamente a Biologia Funcional e a Biologia Evolutiva. Profundo conhecedor do assunto, o autor estabeleceu uma matriz de argumentos que permitiu enriquecer os conceitos com ilustração, precisão e um particular espírito crítico, tornando a leitura deveras convidativa. Os fios condutores da análise desse artigo se estabelecem no desvelamento dos conceitos de observação e experimentação. Embora pareçam similares e muitos os utilizem até como sinônimos, o professor Caponi mostra quão diferentes são “as técnicas que usamos para poder observar e registrar um fenômeno” daquelas necessárias para “manipular [o fenômeno] experimentalmente”. O cinzelamento muito bem ilustrado desses conceitos

² Ver seus dois outros artigos *Biología Funcional vs. Biología Evolutiva* e *Explicación selecciona y explicación funcional: la teleología en la Biología contemporánea*, publicados na *Episteme* de números 12 (2001, p. 23-46) e 14 (2002, p. 57-88), respectivamente.

revela a pertinência de se inscrever a biologia evolutiva para além do epíteto de ciência meramente observacional, constituindo-a em experimental. Com isso, o autor evidencia como é possível conceber experimentos em Biologia que não sejam estritamente aqueles da área fisiológica, alargando o entendimento das diferenças entre as duas Biologias como inicialmente proposto por Ernst Mayr e François Jacob.

Encerrando o primeiro bloco, encontra-se o interessante artigo intitulado *Teoría craneana funcional de Cornelis Jakob van der Klaauw: una teoría sobre adaptación morfológica*, dos professores Vicente Dressino e Susana Gisela Lamas, ambos da Faculdade de Ciências Naturais e Museu Nacional de La Plata. Nele, os autores procuram estabelecer uma espécie de reconstrução epistemológica *a posteriori* da Teoria Craneana Funcional com o objetivo de avaliar o seu estatuto teórico-científico. Com grande esmero, o problema é inicialmente imerso no seu contexto histórico para, em seguida, reconhecer as premissas que estruturam a Teoria. Para além da reconstrução, os autores apontam lacunas e discutem a natureza hipotética-dedutiva dessa importante teoria, de modo a remover visões inopinadas que já foram feitas sobre a mesma.

O segundo bloco inclui o artigo *Epistemologia de Ludwik Fleck como referencial para a pesquisa nas ciências aplicadas*, no qual a professora Márcia Regina Pfuetzenreiter, da Universidade do Estado de Santa Catarina, com muita propriedade e pertinência, resgata as idéias daquele importante pensador. Um minucioso escrutínio conceitual, circunstanciado historicamente, permite entender, ao mesmo tempo, a amplitude e alcance da obra de Fleck, bem como o seu pioneirismo em relação a pensadores atuais, fazendo com que muitos o comparem a Thomas Kuhn. Além disso, a autora revela como pesquisas no ensino das ciências aplicadas podem encontrar significativa ajuda na escola de Fleck, tornando válida a idéia basilar da mesma quando vê o “conhecimento como experiência e prática”.

No terceiro bloco, encontra-se o artigo *O conhecimento matemático no realismo e no idealismo: compreensão e reflexão*, escrito pela professora Renata Cristina G. Meneghetti, da Universidade de São Paulo, onde são enunciadas as principais características do realismo platônico e do idealismo cartesiano. Além dos contextos históricos de cada doutrina, a autora facetou o lugar da matemática em cada uma delas. Essa análise, contudo, possibilita ao leitor um intenso diálogo com a segunda parte do trabalho, onde a autora esboça uma reflexão sobre os desenvolvimentos ulteriores do conhecimento matemático moderno e contemporâneo que se utilizaram daqueles princípios.

Na seção de resenhas, são apresentadas três obras. De forma inovadora, o professor Attico Chassot pauta duas obras em um único texto. A primeira,

intitulada *O sonho de Mendeleiev – a verdadeira história da Química*, foi escrita por Paul Strathern; a segunda, denomina-se *El profeta del orden químico: Mendeléiev*, tem como autor Pascual Román Pólo. Para justificar a novidade, o professor Attico oferece uma bela reflexão sobre o sentido das resenhas no mundo intelectual e científico, cada vez mais dominado pela mídia eletrônica e abarrotado de obras. Mas, a nova técnica recensionista de Chassot, além de uma economia textual sem prejuízo da acuidade e elegância, vem emprestar suporte a uma premissa indispensável de seu trabalho: a criticidade. A segunda resenha, escrita pelo pesquisador Dilhermando Ferreira Campos, apresenta o livro *Newton: textos, antecedentes e comentários*, organizado por I. Bernard Cohen e Richard Westfall. O pesquisador destaca a novidade do livro, que traz ao leitor trabalhos de Newton, em várias áreas do saber, comentados por renomados filósofos da ciência.

Rualdo Menegat, Co-editor

CONVERSANDO COM JOHN COLLIER

Daniel Hoffmann*

John Collier, natural do Canadá, é atualmente professor do Departamento de Filosofia da Universidade de Natal, na África do Sul. Dentre suas muitas áreas de competência e interesse, pode-se destacar: Biologia Evolutiva, Ética e Epistemologia Evolutiva, Teoria dos Sistemas, Fundamentos da Mecânica Estatística e da Teoria da Informação, Metafísica e Epistemologia de Sistemas Complexos, Processos Causais, Teoria dos Sistemas Dinâmicos, Filosofia da Percepção e Ciência Cognitiva. Suas inúmeras publicações contemplam desde críticas incisivas à ciência e à filosofia contemporâneas até aproximações extremamente refinadas aos problemas da autonomia e da auto-organização no âmbito de hierarquias complexas. O(a) leitor(a) de *Episteme* é aqui convidado(a) a embarcar em uma breve, porém muito elucidativa, incursão aos domínios da ciência e da metafísica deste novo século.

Hoffmann – *Quem é John Collier (Collier visto por ele mesmo)?*

Collier – Eu tenho formação básica em Ciência da Terra e Planetária. Quando adquirei essa formação, o programa espacial era excitante e meu orientador era Gene Simmons, na época, cientista-chefe na NASA. Ele falava em se ir para o espaço e em como eu teria uma boa chance. A idéia era excitante, mas eu tinha reservas quanto a usos militares. Foi quando me virei para a oceanografia. A geofísica também me deu uma boa base para ter uma renda e essa possibilidade me livrou de muitas das restrições financeiras usuais que os acadêmicos podiam ter. De fato, eu financiei a maior parte da minha educação no MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) trabalhando na divisão de pesquisas de um grande conglomerado industrial e para uma companhia de mineração em Labrador, também na divisão de pesquisas. Mais tarde, depois de ficar descontente com a Filosofia Analítica (ver abaixo), trabalhei por um par de anos como pesquisador na EPB (*Earth Physics Branch*), do governo canadense. Essa independência financeira me permitiu ser mais flexível no meu trato com o meio acadêmico do que seria normalmente possível e, certamente, não era o que eles esperavam.

* Professor da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS) e membro do Grupo Interdisciplinar em Filosofia e História das Ciências (GIFHC) do Instituto Latino-Americano de Estudos Avançados (ILEA), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). E-mail: hoffmannnds@hotmail.com

Fiz um mestrado em filosofia na UCLA (*University of California, Los Angeles*). Minha meta era aprender métodos analíticos o melhor que eu pudesse. Fui razoavelmente bem sucedido, mas alguns dos professores mais antigos me consideravam um problema e não avancei para a candidatura. Fui informado de que eu “não tinha faro para problemas filosóficos” e que eu “não estaria apto a completar um doutorado naquele departamento”. Isso foi muito desapontador para mim. Então, vendi todos os meus livros de Filosofia Analítica e Lógica e gastei dois anos na estrada, incluindo algum tempo com alguns mestres Sufi. Posteriormente, obtive o emprego que mencionei acima com a EPB, pois precisava de dinheiro e tempo para pensar.

Dediquei muito de meu tempo livre lendo filósofos que trabalharam fora do sistema departamental. William Irwin Thompson e Buckminster Fuller eram especialmente interessantes para mim, mas também li bastante Jung, Freud, Joseph Campbell e um sem-número de lumiares, porém, ainda assim muito brilhantes. Decidi que a filosofia acadêmica tinha perdido seu caminho e estava perdendo qualquer relevância que pudesse ter para questões genuínas. Ela tinha se tornado um tipo de “jogo de contas de vidro” (*glass bead game*). Apesar disso, eu também acreditava que a instituição acadêmica retinha bastante “alavancamento” por razões históricas (eu observo que ela está perdendo isso devido a mudanças administrativas sob a guiza de “responsabilidade crescente” e “qualidade melhorada” – mas ainda há muito para se destruir).

Fui para a UWO (*University of Western Ontario*) por razões pessoais, mas essa se revelou como uma excelente escolha. O estilo de filosofia utilizava análise, mas de forma alguma a seguia dogmaticamente. Fui deixado mais ou menos livre para fazer o que eu queria e persegui um interesse de longa data em comunicação entre diferentes paradigmas. Uma diferença importante entre a cultura na UCLA e na UWO era que, na última, se esperava que os estudantes tivessem bom desempenho, mas não eram forçados a passar através de arcos como focas amestradas. Isso agradou a mim e obtive meu Ph.D. (isso levou certo tempo e lecionei três anos em tempo integral após a graduação, mas tudo correu bem).

Não publiquei minha tese (apenas um capítulo) porque nesse meio-tempo me interessei pela abordagem de informação/entropia à evolução de D.R. Brooks e E.O. Wiley. Eu tinha um interesse antigo pela teoria da informação que ia aos tempos da graduação, embora eu fosse largamente autodidata. Eu tinha (e ainda tenho) pouco interesse pelos aspectos matemáticos em si, mas estava interessado em como a informação poderia ser fisicamente incorporada. Eu estava especialmente interessado na física da computação e nos limites possíveis da mente humana. Segui isso até certo ponto no MIT, mas na UCLA isso estava fora do mapa da “filosofia real” (apesar de que Alonzo Church ainda

estivesse lá). A idéia de Brooks, de aplicar noções similares à Biologia, me pareceu perfeitamente correta; a exposição sobre ela, não. Uma estranha seqüência de eventos me levou a trabalhar com o grupo de Brooks, no entanto, e me conduziu a minha pesquisa corrente.

Minha pesquisa atual é com as fundações da teoria da informação em sistemas físicos, conexões com a entropia, sistemas não-lineares e auto-organização. Minha estratégia tem sido a de me manter o mais próximo possível de métodos tradicionais, mas mostrar suas limitações e derivar resultados radicais. Por exemplo, fui capaz de demonstrar que as próprias condições que levaram às regularidades que Laplace analisou, por métodos que são agora centrais à ciência moderna, não são analisáveis por seus métodos. Isso me permitiu descobrir condições exatas sob as quais métodos de redução ou aproximação numérica falharão. Interessantemente, métodos da teoria da informação (ao menos aqueles que eu considero) ainda funcionam em tais casos, embora os métodos sejam muito mais como a “biologia relacional” de Robert Rosen. O problema com a sua abordagem é que ela carece de uma dinâmica e tende a tomar uma visão informacionalmente fechada de sistemas biológicos. A autopoiese de Maturana e Varela tem o mesmo problema. Portanto, tenho estado trabalhando em uma abordagem da autonomia via sistemas abertos, na qual a organização dinâmica do próprio sistema determina suas condições de fechamento em um ambiente aberto e essas condições constituem o próprio “eu” (*self*) do sistema. Assim, eu posso dar um relato mais articulado do que significa ser auto-organizado. Isso tem ramificações para se compreender a funcionalidade, a individualização e o gerenciamento de sistemas, que estou apenas começando a explorar. As inovações descritas neste parágrafo são muito mais profundas do que meu trabalho anterior, o qual era principalmente ou incremental ou em defesa da visão de outros. Eu acredito que elas sejam genuinamente novas e de longo alcance. Minha preferência é a conciliação entre visões opostas, mas algumas vezes certas visões são simplesmente erradas e deve-se tomar uma posição.

Hoffmann – *Quais são, em sua opinião, os temas contemporâneos verdadeiramente significativos em ciência e em filosofia?*

Collier – Bem, eu já comentei que a Filosofia Analítica é de pouco valor. Nós precisamos de uma filosofia mais informada pela ciência e de uma ciência mais informada pela filosofia. Certamente, não sou o primeiro a dizer isso. Hans Reichenbach escreveu sobre a filosofia científica décadas atrás e penso que suas idéias são ainda atuais. Seus amigos positivistas tentaram ditar à ciência e, estranhamente, muitos cientistas escutaram. Isso levou a uma ciência instrumental bastante boa, mas a uma visão extremamente estreita do que significava ser científico. A separação crescente das disciplinas não ajudou.

Estudos interdisciplinares freqüentemente recebem nova maquiagem, mas, quando executados, o resultado que freqüentemente apresentam é o da velha ciência incremental, dominada pela técnica, e instrumental, praticada nas disciplinas individuais. Afortunadamente, há um movimento crescente rumo a estudos integrativos (a ciência cognitiva é um exemplo importante), que busca ir além da velha abordagem instrumental.

O século vinte foi dominado pela técnica e os tecnocratas detiveram o real poder para a implementação e a mudança. A técnica é sedutora, já que quando você a tem pode fazer de novo, de novo e de novo. Isso levou, em alguns casos, a desastres grandes (o holocausto foi direcionado por nada mais que técnica) e enfrentamos muito mais com relação ao ambiente mundial e ao sistema econômico (os quais, precisamos também aprender, são a mesma coisa). Se continuarmos com uma abordagem técnica, terminaremos amplificando as próprias coisas que ansiamos por controlar (na teoria de sistemas essa é a “lei das conseqüências não-intencionadas”).

Na medida em que começamos a entender que sistemas não são meramente constructos de partes, mas que têm uma integração e uma organização dinâmica que os tornam os próprios sistemas que são, passamos a compreender melhor que uma mudança aqui, tem conseqüências lá e que pequenos “ajustes” podem muito bem levar a grandes conseqüências. Precisamos ser capazes de distinguir quando técnicas incrementais podem funcionar e quando não podem. Nem o holismo nem o reducionismo são estritamente verdadeiros. Cada sistema tem aspectos de ambos e precisamos aprender como discriminar mais e não pensar tanto em termos de paradigmas absolutos. Algumas vezes, a análise é melhor, em outras, a abordagem sintética. Na investigação, pode ser necessário se alterar de uma para a outra na medida em que a compreensão progride. Damos ênfase demais aos resultados finais (uma visão que chamo de “cientismo” – *scientism*) e sensibilidade insuficiente à natureza progressiva e tentativa da compreensão. Todo bom cientista sabe disso, mas de alguma forma isso não penetrou no *zeitgeist* geral. Assim, se espera demais da ciência. A ciência, sendo prestativa, segue a demanda e tenta oferecer os produtos imediatamente (ou tão rapidamente quanto possível).

A Filosofia Acadêmica tornou a si própria irrelevante através de seu foco em análise e auto-crítica e de sua ignorância de que a visão de mundo da ciência redutiva e da lógica sobre a qual ela é baseada se provaram falsas. Ela tem essa idéia louca de que pode continuar seu trabalho ignorando a natureza real do mundo. Nosso mundo é apenas um dentre tantos mundos possíveis, logo, explorar todas as possibilidades é ilusório. Pior do que isso, o modelo básico que vem da ciência moderna, embora muitos filósofos pareçam inconscientes disso, é falso. Logo, a filosofia que fazem não é desse mundo,

literalmente. Não estou dizendo que todo trabalho filosófico é inútil ou mesmo prejudicial. Existem muitos filósofos combatendo essa tendência. Mesmo um pouco da filosofia mais radicalmente “fora-desse-mundo” tem seus usos, muito do modo como a Matemática pura tem sido freqüentemente útil. Os principais avanços em lógica sobre os limites da computação prepararam o solo para o reconhecimento da falha da abordagem reducionista. Mas, no geral, a Filosofia tem apenas seguido, e não avançado, e está sendo segurada em seus calcanhares.

Muito da melhor filosofia tem sido feita por pessoas que estão fora dos departamentos acadêmicos. Muitas delas não preencheriam os requisitos de admissão e seriam provavelmente acusadas de não terem faro para as questões filosóficas reais. Isso tem sido verdadeiro em muitos períodos da história (embora haja notáveis excessões).

Hoffmann – *Me corrija se eu estiver errado, mas parece que Robert Rosen (que você mencionou acima) enfatizou veementemente que a informação era mais útil quando considerada de uma forma semântica, ao invés de uma forma shannoniana, puramente sintática. Ou seja, ele explicitamente evitou levar em conta a teoria da informação tradicional na maior parte de seu trabalho. Por outro lado, ele pareceu também considerar a dinâmica simplesmente como o resultado natural de se colocar juntos estados e recursividade (que é o núcleo da mecânica newtoniana, que emprega apenas causas materiais e eficientes – e talvez formais – mas não tem espaço para a causação final), o que o levou a caracterizar sua “biologia relacional” como “vinculação sem estados”. Ele expressamente a considerou melhor que uma simples abordagem dinâmica, para capturar a essência da organização biológica (particularmente quando empregando seus “diagramas abstratos de blocos aumentados”). Por outro lado, parece que você considera fundamental que a teoria seja dinâmica e isso me lembra de Kunihiko Kaneko (uma autoridade em mapas acoplados), que também disse que uma nova técnica dinâmica poderia incrementar as incursões preliminares de Rosen na teoria do domínio. Você concebe uma forma de clarificar tais visões aparentemente contraditórias para o nosso leitor?*

Collier – Primeiro, sobre a teoria da informação. Existem três teorias formais. A teoria formal da informação vem, em termos amplos, em três formas: a abordagem de Shannon, a complexidade algorítmica de Kolmogorov e Chaitin e a mais recente abordagem do fluxo de informação, desenvolvida por Barwise e Seligman. Todas são baseadas na existência de distinções entre elementos dentro de algum sistema não especificado. As aproximações diferentes enfatizam aspectos diversos da lógica de distinções e se complementam

mutuamente ao invés de serem competitivas. Minha impressão é a de que a de Barwise-Seligman é a mais sofisticada. A teoria de Shannon é a mais restrita e deve-se ser cuidadoso em como usá-la.

Existem, me parece, duas hierarquias de informação no mundo físico. A primeira é ontológica e a segunda é funcional. A forma ontológica mais geral é a visão *It from Bit*, de acordo com a qual tudo o que existe, existe distintamente (“informação é uma distinção que faz uma diferença”, segundo Donald MacKay). Ela se originou independentemente de tantas pessoas que é inútil atribuí-la a uma origem, embora provavelmente remonte à visão de Leibniz de que o mundo tem uma estrutura lógica em termos de sensações baseadas na habilidade de discriminar. O termo se deve a John Wheeler e a visão foi recentemente defendida de modo forte, se não controverso, por Stephen Wolfram. Segundo essa visão, qualquer distinção, causalmente embasada, faz uma diferença. Ela poderia ser chamada uma perspectiva do olho de Deus, ou a visão de lugar algum. Segundo essa visão, a informação é objetiva e não há nada mais.

A segunda forma, mais geral, é a perspectiva da neguentropia atribuída a Schrödinger, mas que pode ser provavelmente retraçada aos argumentos de Szillard contra o demônio de Maxwell. Essa afirma que o aumento da informação é mudança de entropia negativa e que o conteúdo informacional de um sistema é a diferença entre a entropia atual e a entropia caso todas as restrições internas forem relaxadas (existe um teorema que mostra que isso é único, independentemente da ordem de relaxamento). Eu mantenho uma visão levemente ramificada disso, que busca levar em conta a diferença entre ordem estatística e ordem estrutural. Denomino a primeira de “intropia” (*intropy* – um termo da engenharia) e a última de “enformação” (*enformation*), a qual, creio, evoca a idéia de “forma incorporada”. Imagine uma máquina a vapor. O diferencial de calor cria uma diferença de entropia que pode realizar trabalho. No entanto, esse trabalho precisa ser guiado pela estrutura mecânica da máquina, a qual ou não se altera ou então cicla, permanecendo em um estado estacionário. No entanto, quando a máquina enferruja e se mistura com o solo, sua “enformação” decai entropicamente. Assim, “enformação” é também neguentropia. A conexão com trabalho é o aspecto mais interessante da visão – “intropia” é uma fonte de potencial de trabalho e “enformação” guia esse potencial. Ambos são essenciais para a ocorrência de trabalho. Assim, podemos dizer que a visão neguentrópica está proximamente associada a idéias de trabalho, controle, classificação e outras atividades no nível puramente físico. A visão *It from Bit* não dá à informação tal papel especial. Essa visão neguentrópica é uma restrição da abordagem Barwise-Seligman para sistemas dinâmicos.

A próxima visão é uma restrição da abordagem neguentrópica para níveis particulares de uma hierarquia física, de modo que a informação é relativizada

para o nível coesivo de um objeto, tal como um organismo ou uma espécie. A perspectiva se deve a Brooks, Wiley, eu mesmo e Jonathan Smith. A idéia é que nem toda a neguentropia se expressa em um dado nível e os *Its* disponíveis são relativos aos níveis. Essa informação é uma medida das restrições sobre os objetos dentro do nível; devido à sua conexão com a forma biológica e cognitiva, essa é uma forma de minha “enformação”. Lyla Gatlin chamou essa informação de “informação armazenada”, mas esse nome é um tanto enganador, pois não reflete sua natureza dinâmica e freqüentemente ativa. Prefiro chamá-la de “informação expressa”. Em níveis inferiores, existe variação que é aleatória com relação à informação expressa e chamo essa de “informação potencial”. A variância dá uma medida de entropia para as informações expressas em cada nível da hierarquia. Essas são aditivas e se vamos direto ao nível químico, temos a entropia química usual (e o complemento é a informação total do sistema), mas a cada nível podemos computar a informação do mesmo comparando seu estado atual de variância com seu estado máximo de variância e obter uma medida da informação (“intropia”) nesse nível. Por exemplo, textos típicos de biologia de populações assumem panmixia e tamanho populacional infinito, de modo que os genes estão em equilíbrio com as forças seletivas. Uma pequena mudança em qualquer um leva a uma alteração do equilíbrio, muito próxima a um processo linear. No entanto, populações reais são raramente panmíticas e contém muita “intropia”, o que as situa longe do equilíbrio. Nesse caso, alterações são altamente não-lineares e são dependentes da trajetória, de forma que as alterações não são predizíveis e, também, permitem vários processos auto-organizadores que podem levar a estados estacionários que são expressão de nova “enformação”. Isso pode ocorrer através de toda a Biologia (e nas Ciências Sociais, incluindo Economia). Basicamente, o modelo padrão é radicalmente falso – ele é uma idealização da qual sistemas reais se aproximam somente se estão muito próximos do equilíbrio. Casualmente, estados não são bem definidos para sistemas longe do equilíbrio.

Restringindo ainda mais, temos “informação funcional”, a qual é a informação expressa que é funcional. Alguma informação funcional é significativa. A natureza do “significado” é o grande objeto de desejo da teoria da informação. Dentro do âmbito da informação significativa ou semântica se encontra a informação intencional, ou conteúdo cognitivo. Ao próximo nível de restrição está a informação social, embora alguns autores sustentem que o conteúdo cognitivo depende da linguagem, que é uma atividade social.

Minha impressão é a de que Rosen considera a informação como sendo ao menos funcional, mas em assim fazendo ele dispensa vários aspectos muito interessantes da teoria.

Tenho argumentado que a causação pode ser entendida como transferência de informação. Isso pode ser compreendido tanto da visão *It from Bit* quanto da abordagem neguentrópica. Dessa forma, para mim, dinâmica é transferência de informação. Como mencionei, esse é um corolário da abordagem formal de Barwise-Seligman, se restringimos a transferência de informação a casos dinâmicos.

A possibilidade de auto-organização em sistemas informacionais distantes do equilíbrio permite a expressão da informação em níveis superiores, que não podem ser computados. Determinei que, quando a escala temporal de uma propriedade é da mesma ordem que as restrições variacionais ao potencial de um sistema, então a propriedade sistêmica não pode ser computada ou aproximada numericamente. Existem exemplos provenientes da dinâmica planetária (irônico, já que Laplace percebeu e demonstrou para muitos casos que esse era um paradigma de um sistema mecânico). Acredito que organismos, ecossistemas e muitos sistemas sociais, incluindo sistemas econômicos, têm esse caráter em muitos de seus aspectos – basicamente, sistemas espontaneamente organizados têm pelo menos algumas propriedades desse tipo, em particular aquelas propriedades que definem sua identidade. Nesse caso, a dinâmica explica a irredutibilidade de tais propriedades, mas não podemos utilizar métodos dinâmicos padrão para computar os resultados. Isso corresponde, creio, àquilo que Rosen chama de sistemas não-mecânicos (aqueles para os quais não há um modelo sintético isomórfico a um modelo analítico acurado do sistema). Eu concordaria com ele que métodos relacionais são os melhores para se utilizar, mas também penso que podemos freqüentemente utilizar métodos dinâmicos padrão para relações dentro dos níveis superiores, na medida em que não tentemos reduzir tudo a relações entre componentes fundamentais. De fato, Don Mickulecky, um discípulo de Rosen, faz justamente isso com sua abordagem da termodinâmica de redes. Eu penso que essa abordagem tem limitações, já que redes podem também se auto-organizar e a abordagem, como alguns dos comentadores originais enfatizaram, falha quando isso acontece, o que ocorre durante o crescimento e desenvolvimento de organismos. Mas em redes no estado estacionário ou próximo dele, métodos dinâmicos funcionam bem.

Hoffmann – *Você certamente conhece em detalhe o trabalho de Robert Ulanowicz, o qual já concedeu uma entrevista para Episteme.*¹

¹ Ver HOFFMANN, D. S. Conversando com Robert E. Ulanowicz. *Episteme*, n.12, p. 13-22, 2001.

Você vê qualquer conexão possível entre a teoria da ascendência² (com ênfase em propensões popperianas)³ e a sua própria abordagem?

Collier – Há uma conexão estreita. A partir da minha abordagem de Causação = Informação posso definir propensões popperianas, acaso, e acaso relativamente aos recursos de um certo sistema. No que se refere à ascendência, ela é uma forma do que defini como intropia (uma forma muito sofisticada, devo acrescentar) e dá espaço para manobras, incluindo a possibilidade de auto-organização do sistema, ambas interna e globalmente. No equilíbrio, entretanto, apenas mudanças triviais podem ocorrer (em equilíbrio verdadeiro, um sistema e seu ambiente se tornam um só – ele está morto). Tomo a existência de intropia como um sinal de saúde em um sistema (na medida em que ela não é muito grande, caso em que isso é um sinal de degeneração). Propensões popperianas em um sistema hierárquico podem ser vistas como o potencial para a captura daquela informação em um nível superior (através de um dentre vários processos, incluindo, mas não sendo exauridos, pela auto-organização). Elas também existem em cada nível, se existe intropia, nas possibilidades de reorganização dentro daquele nível e nas tendências para vários componentes sistêmicos interagirem (estatisticamente). Logo, penso que tenho uma metafísica que justifica, de um modo muito técnico e lógico, muito daquilo que Ulanowicz clama. Eu não tentei encaixar formalmente sua abordagem até agora, pois tenho outros interesses imediatos que são mais urgentes. Admiro seu trabalho.

Hoffmann – *Ainda com relação a Robert Rosen, o qual parece ser muito popular atualmente graças a alguns de seus seguidores, como Donald Mikulecky (ele é um tipo de “buldogue de Rosen”, no sentido positivo) e outros: Rosen avançou uma nova noção de complexidade que é diferente de abordagens anteriores, algo que Mikulecky chamou de “ontologia da complexidade”. Você está familiarizado com ela? Qual sua opinião a respeito?*

Collier – A noção roseniana de complexidade se baseia em sua distinção entre sistemas mecânicos e não-mecânicos, os últimos sendo complexos. Eles correspondem a meus sistemas irreduzíveis baseados na taxa de mudança de potenciais (via, *e.g.*, dissipação), sendo aproximadamente da mesma ordem. Penso que as duas noções correspondem exatamente. Devo notar que existe um outro sentido de mecânico, em que um mecanismo é concebido como um

² Ver ULANOWICZ, R. E. Ecology, the subversive science? *Episteme*, n. 11, p. 137-152, 2000.

³ Para uma exposição didática da teoria, em português, ver HOFFMANN, D. S. A trajetória metafísica da teoria da ascendência. *Episteme*, n. 11, p. 69-99, 2000.

computador, ou máquina de Turing. Algumas funções de Turing são não-computáveis e corresponderiam a não-mecânicas no sentido de Rosen. A concepção de Rosen é mais como um algoritmo de Knuth, que precisa terminar. Prefiro chamar àquilo a que Rosen chama de sistemas complexos de sistemas *complexamente organizados* (*complexly organized*). Isso evita confusão com outras noções de complexidade e evoca o aspecto organizacional que é essencial em todos os sistemas não-mecânicos (no sentido de Rosen).

Hoffmann – *Como a biossemiótica se encaixa em seu trabalho, se é que tem alguma relação?*

Collier – No momento estou trabalhando mais nos aspectos formais da informação, para ver até onde isso pode nos levar. Acredito que uma semiótica com um toque peirceano é requerida para darmos qualquer passo adiante na adição de significado ao quadro. Também penso que fazer isso adequadamente requer tomar a sério a funcionalidade do significado (diferentemente, digamos, da abordagem da escola analítica à semântica). Isso me leva a divergir um pouco de Peirce. Escrevi um artigo sobre as origens da semiose que examinou algumas reivindicações semióticas em Biologia, para tentar descobrir onde começa a informação significativa. O principal problema é encontrar uma explicação funcional de como a sintaxe causalmente embasada da informação está atrelada aos aspectos lógicos e associativos do significado. Estive trabalhando em um artigo sobre funcionalidade que unifica as abordagens etiológicas e organizacionais à função, através de uma aproximação de sistemas abertos levando a uma definição de autonomia, a qual nos diz para que coisa as funções são e nos conta um pouco sobre a natureza da “ação”. Nessa abordagem, ambas aproximações computacionais clássicas do significado e a teleosemântica (seleção propiciando função) são inadequadas.

Hoffmann – *Aproveitando esse contexto, você vê relevância em áreas de pesquisa tais como a vida artificial computacional? Por outro lado, quais são as perspectivas para a síntese material de uma forma de vida artificial, sob o ponto de vista de suas idéias na teoria da informação?*

Collier – A relevância central de meu trabalho para a área de vida artificial computacional é que a noção de emergência desta é fraca demais, Mark Bedau tem estado argumentando isso há algum tempo. Eu reviso artigos para as conferências de vida artificial nesse tópico e parece haver uma percepção crescente de que não se produziu uma forma computacional de vida artificial a menos que ela seja fortemente emergente de sua base computacional. O requerimento é, na verdade, o mesmo para a vida orgânica, a qual precisa ser emergente de sua base mecânica. Eu suspeito que a síntese de uma forma de vida artificial a partir de materiais orgânicos acontecerá bem

mais cedo do que possamos pensar. Isso será feito tirando-se vantagem do caráter auto-organizacional da matéria e será mais uma tarefa de facilitar do que de “criar do zero”.

Hoffmann – *Sua teoria parece englobar um número considerável de abordagens diferentes em uma totalidade coerente e lógica. Você pensa que ela pode algum dia se tornar um tipo de “teoria de tudo” biológica?*

Collier – Acredito ser difícil se fazer previsões acuradas sobre o curso da ciência, mas se a abordagem que meus colegas e eu favorecemos for aceita, a principal mudança será um desvio para longe da seleção (mas certamente restando-a como uma restrição importante) rumo a outros processos como a auto-organização. Gosto de muitas das visões de Lynn Margulis sobre a simbiose, por exemplo.

Hoffmann – *Qual é o suporte empírico para a sua abordagem? Que tipos de experimentos você considera importantes para lhe dar suporte?*

Collier – Não trabalho muito no lado empírico das coisas, mas o trabalho de Dan Brooks e de sua esposa Debbie McLennan e o de Bob Ulanowicz são altamente compatíveis com minha abordagem. Foi Brooks, na verdade, quem me introduziu a ela. Não obstante, suporte empírico é relativamente fácil de se obter; o que precisamos realmente é de um teste crucial para eliminar a abordagem-padrão. Experimentos cruciais são notoriamente difíceis de se projetar. Modelos computacionais serão o primeiro passo. Tive um auxiliar de pesquisa que elaborou um programa mostrando que a especiação pode ocorrer sem quaisquer diferenças de valor adaptativo, em linha com o modelo de Brooks e Wiley apresentado no livro *Evolução como Entropia (Evolution as Entropy)*. O teste real, entretanto, é ver se esse processo é robusto em face da seleção. Ainda não consegui obter financiamento para desenvolver esse modelo computacional, embora ele deva ser relativamente fácil de se fazer, havendo um bom programador (o que eu não sou).

Hoffmann – *Qual é o potencial de aplicabilidade de suas idéias, por exemplo, nas áreas social e tecnológica?*

Collier – Em um par de artigos com Mark Burch, propusemos que o *entrainment* ou fixação de padrões dinâmicos pode ser forçado ou pode ocorrer espontaneamente através da auto-organização. O método da força precisa dirigir o sistema e assim requer uma entrada muito maior de energia. Isso é tão verdadeiro em gerenciamento, política e economia como o é em física. O problema com a auto-organização é que ela é imprevisível e isso se opõe a pressupostos-padrão de eficiência. Mas, na verdade, esta pode ser mais eficiente a longo prazo, pois necessita de menos energia para se manter. Grupos anarquistas da ala esquerda souberam disso por mais de um século e seu estilo

de gerenciamento é mais de facilitamento do que os modelos organizacionais-padrão do tipo “de cima para baixo” (*top down*). O papel do facilitador é o de encorajar a organização produtiva e amortecer a dissonância, sem reprimi-la. Isso não é tão diferente de alguns dos modelos de gerenciamento desenvolvidos por teóricos de sistemas.

Hoffmann – *Sendo um pensador profundamente envolvido com questões éticas, como você lida com a possibilidade de tais desenvolvimentos teóricos em complexidade e teoria da informação serem utilizados em projetos um tanto duvidosos, tais como os militares? Existe o risco de “Hiroshimas da era da informação”?*

Collier – Isso é imprevisível, mas estou certo de que há pessoas trabalhando nesse sentido. Felizmente o modelo da auto-organização é incompatível com o modelo de controle de sistemas, de modo que sou otimista de que esses esforços serão falhos.

Hoffmann – *Assim esperamos. Por último, mas não menos importante, como você vê a relevância da pesquisa teórica sendo conduzida longe dos grandes centros? Penso, por exemplo, na América Latina e na África, dentre outros lugares.*

Collier – A maior parte das pessoas trabalhando nessa abordagem se acha longe dos grandes centros. Estou trabalhando com pessoas da Rússia, da Ucrânia, do Brasil e da Venezuela. Tenho me correspondido com outros no Brasil. Dan Brooks faz muito de seu trabalho empírico aqui e ele é bem recebido. Penso que existe um consenso crescente em lugares tais como a África do Sul de que modelos econômicos-padrão não irão resolver seus problemas. A riqueza concentrada é uma forma de poder e as nações (e as pessoas) mais ricas não temem utilizá-lo em uma escala global. A aplicação de força sobre um sistema complexo conduz a uma cascata de modificações compensatórias (muitas delas imprevisíveis da perspectiva da meta original), que podem eventualmente se estabilizar se não houver alteração demais. Esse não é o caso atual. Temo que teremos muita agitação até compreendermos melhor esses processos. A compreensão desses processos é de extremo interesse para os menos ricos.

Hoffmann – *Bem, creio que o(a) leitor(a) de Episteme tem agora a sua disposição muitas idéias novas e provocativas para refletir. A entrevista foi extremamente iluminadora, professor Collier. Muito obrigado por tão gentilmente nos oferecer a oportunidade de saber mais sobre sua vida e obra.*

Collier – Muito obrigado a você. Foi um prazer. Raramente se tem a chance de refletir desta forma sobre o que se está fazendo.

DOS GENES AOS MEMES: A EMERGÊNCIA DO REPLICADOR CULTURAL

*Ricardo Waizbort**

RESUMO

O objetivo desse trabalho é introduzir a memética, as investigações sobre os memes, unidades culturais de imitação que pretensamente são os átomos da cultura e da história. Partindo de uma analogia com a teoria do gene como nível fundamental de seleção, popularizada como a teoria do gene egoísta, a memética pretende propor modelos explicativos que podem ser úteis para compreender a importância das idéias para as vidas humanas, para as sociedades, para as instituições e suas crises. As idéias, as informações veiculadas por todas as mídias da cultura, seriam replicadores que usam o cérebro humano para se perpetuarem. Embora essa teoria esteja sob intenso criticismo um número crescente de artigos têm aparecido assim como livros que tratam mais sistematicamente do assunto.

Palavras-chave: Gene, meme, evolução cultural, neodarwinismo, Filosofia da Biologia.

FROM GENES TO MEMES: THE EMERGENCE OF THE CULTURAL REPLICATOR

The aim of this work is to introduce memetics, researches about memes. Memes are units of cultural imitation, presumably the cultural and historical atoms. Departing from an analogy with the theory of gene as the fundamental level of selection, memetics intends to propose models to comprehend the very importance of ideas to human lives, societies, institutions and their crises. The ideas, the informations transmitted by all cultural midias, would be replicators using human brain to perpetuate themselves. Although such theory is under a rigorous criticism, a growing number of papers has appeared as well as books treating more systematically this issue.

Key words: Gene, meme, cultural evolution, neodarwinism, Philosophy of Biology.

* FIOCRUZ – Casa de Oswaldo Cruz; Programa de Pós-Graduação em História das Ciências da Saúde. *E-mail:* ricw@coc.fiocruz.br

E disse-me agora, Musas, habitantes do Olimpo – pois sedes, vós, deusas, presentes por toda parte, e conheceis tudo; não ouvimos mais que um ruído, e nós nada sabemos (...) A multidão, não poderia eu enumerá-la, nem denominá-la, mesma que tivesse dez línguas, dez bocas e um coração incansável, um coração de bronze em meu peito...

Ilíada de Homero *apud* Detiene, 1988, p. 15.

A treva mais estrita já pousara
sobre a estrada de Minas, pedregosa,
e a máquina do mundo, repelida,

se foi miudamente recompondo,
enquanto eu, avaliando o que perdera,
seguia vagaroso, de mãos pensas.

Carlos Drummond de Andrade, 1979, p. 199.

INTRODUÇÃO

Para o darwinismo clássico os indivíduos são centrais e os alvos da seleção natural. Cada indivíduo luta para sobreviver e se reproduzir, a despeito de qualquer consideração de ordem ética ou moral. Indivíduos aqui não devem ser considerados, necessariamente, como humanos, mas os organismos que constituem as populações de inúmeras espécies que habitam a Terra. Durante o século XX, até meados da década de 1960, uma doutrina centrada na seleção de grupos, e não de indivíduos isolados, ganhou espaço considerável em livros, artigos e instituições científicas. Seus defensores julgavam que o nível mais importante sobre o qual agia a seleção natural era o grupo ou a espécie. Nesse contexto o altruísmo, por exemplo, era explicado como o sacrifício do indivíduo para o bem da espécie. O advento da genética em princípios do século XX e o seu fantástico desenvolvimento, a síntese entre a genética e a teoria da evolução, em fins da década de 1930, as novas descobertas da biologia molecular a partir de 1953, instigaram os cientistas a compreender, a partir de meados da década de 1960, que o nível mais profundo em que a seleção natural age, não é nem os indivíduos ou as espécies, mas os genes, na verdade, a informação contida nos

genes. Animais e plantas são veículos para os genes, replicadores biológicos, cuja informação está sendo transmitida, em muitos casos, por bilhões de anos.

Assim, os genes são replicadores biológicos. Um replicador é uma entidade que, dadas certas condições, intermedia a produção de cópias de si mesmo. Os memes, as idéias, seriam replicadores de uma natureza diferente. A informação de que são feitos não está inscrita em fitas de DNA, mas em substâncias muito mais tênues. As idéias são transmitidas por muitos veículos, muitas mídias. A linguagem falada no dia a dia, os rádios, os telefones, os jornais, os livros, os discos, são veículos de informações que se propagam cada vez mais rápido. O programa de pesquisa dos memes propõe que se pode tratar as idéias, e a cultura como um todo, como um processo de replicação análogo ao que mantém os genes nas populações biológicas.

Na parte seguinte desse trabalho (I – A idéia egoísta) vou apresentar o programa de pesquisas dos memes focando três de seus proponentes mais importantes: Richard Dawkins, Daniel Dennett e Susan Blackmore. Naturalmente, não vou apresentar os autores em si mesmos, mas obras suas que veicularam, por sua vez, a própria idéia dos memes. A memética, como a chamam seus adeptos, pretende estar de acordo com aquilo que Dennett e Blackmore denominam “darwinismo universal”. Partindo da concepção de que as idéias são replicadores, sua evolução poderia ser investigada com o algoritmo darwinista da herança com variação submetida à seleção natural. Discutirei sumariamente a concepção darwinista de evolução por seleção natural na parte II desse trabalho.

Na parte III, introduzo a teoria do gene egoísta por que é sobre ela que o programa de pesquisa dos memes está edificada. Adianto, todavia, que a analogia entre replicadores biológicos e culturais, não está estruturada para aprisionar a cultura no aparato teórico da genética evolutiva, mas para utilizar esse aparato tentando conjecturar um modelo que pudesse tratar empiricamente dos fenômenos da transmissão cultural. É claro que o fenômeno da cultura é extremamente complexo e seria uma ingenuidade sem tamanho pretender que uma simples idéia desse conta de um problema que tradições de filósofos, sociólogos, historiadores, antropólogos, entre outros, vêm enfrentando desde muitas gerações. Mas a ambição do programa de pesquisa dos memes é essa mesma. Explicar a evolução do homem, o rápido crescimento de seu cérebro, a emergência de organizações sociais mais sofisticadas que a exigida pela coleta e pela caça, e depois pela agricultura, a emergência das cidades e suas leis e instituições, baseando-se na concepção de que as idéias são personagens que devem ser tomados em toda sua capacidade de dirigir as estruturas psicológicas e os comportamentos humanos. Apresentarei a origem do homem, de um ponto de vista memético, na parte IV desse trabalho. Concluirei então essa primeira

aproximação ao universo dos memes no sentido de indicar algumas críticas e alguns caminhos promissores para esse programa de pesquisa.

I. A IDÉIA EGOÍSTA

Em *The meme machine*, publicado nos EUA em 1999, Susan Blackmore defendeu que a história evolutiva do homem tem sido perversamente guiada pela lógica de unidades culturais de imitação chamadas memes. Basicamente, memes são idéias, informações, que se reproduzem de mente para mente, de ser humano para ser humano: memes são “instruções para realizar comportamentos, estocadas no cérebro (ou em outros objetos), e passada adiante por imitação” (Blackmore, 1999, p. 43). Na verdade, segundo a autora, nós, seres humanos, e nossos cérebros, seríamos máquinas de reprodução de idéias. O mecanismo para essa reprodução de idéias seria a imitação mais especificamente a aprendizagem.

Não era a primeira vez que o mundo dos conceitos e de sua multiplicação procuravam insidiosamente tomar as rédeas da história do homem. O filósofo da mente Daniel Dennett já afirmara anteriormente que a evolução biológica de todos os seres vivos, incluindo o homem, poderia ser interpretada como um processo algorítmico, no qual os elementos fundamentais seriam a hereditariedade (genes), a variação (mutação) e a seleção natural (reprodução diferencial) (Dennett, 1990, 1998; Runcinan, 1998). Para Dennett, os genes são replicadores genéticos que existem há bilhões de anos e nós, criaturas feitas basicamente de proteínas, somos suas máquinas de sobrevivência, formas pelas quais os genes mantêm íntegro o significado de suas mensagens por um tempo, não raro, milhares de vezes maior do que a duração de uma vida humana e mesmo de toda uma espécie e a humanidade. Entretanto, no caso específico do *Homo sapiens*, um segundo tipo de replicador, os memes, teriam sido co-responsáveis não só pelo crescimento do cérebro e pela indústria de ferramentas, mas também fundamentalmente pelo que chamamos de cultura e sociedade. Exemplos de memes ou “unidades memoráveis distintas” são: arco, roda, vestir roupas, vingança, triângulo retângulo, alfabeto, a *Odisséia*, cálculo, xadrez, desenho em perspectiva, evolução pela seleção natural, impressionismo, *Greensleeves*, desconstrutivismo (Dennett, 1998, p. 358).

Como os genes, os memes poderiam ser compreendidos se prestarmos atenção: 1) ao processo hereditário pela qual as informações culturais se reproduzem em populações de cérebros humanos (horizontal e verticalmente), 2) ao processo que faz com que as informações culturais variem, e 3) ao processo de seleção de informações culturais, dado o número limitado de

cérebros e uma virtual infinidade de idéias, fragmentos de idéias e complexos de idéias no *pool* de idéias.

Quase vinte anos antes de Dennett, em 1976, Richard Dawkins defendeu pela primeira vez essa estranha idéia:

[O meme é] uma unidade de transmissão cultural, ou unidade de *imitação*. “Mimeme” vem da raiz grega adequada, mas quero um termo que soe mais como “gene”...Também se pode pensar que ele está relacionado com “memória” ou com a palavra *même*, do francês...

Exemplos de memes são melodias, idéias, expressões, estilos de roupa, maneiras de fazer potes ou construir arcos. Assim como os genes se propagavam no *pool* gênico saltando de corpo em corpo via espermatozoides ou óvulos, os memes se propagam no *pool* memético saltando de cérebro em cérebro por um processo que, no sentido mais amplo, pode ser chamado de imitação. Se um cientista ouve falar ou lê a respeito de uma idéia, ele a transmite para seus colegas e alunos. Ele a menciona em seus artigos e palestras. Se a idéia for bem sucedida, pode-se dizer que ela se propaga, espalhando-se de cérebro em cérebro (Dawkins, 1979, p. 214).

A teoria dos memes defende que as estruturas lingüísticas e ideológicas criadas, intencionalmente ou não, pelos homens possuem uma certa autonomia e evoluem segundo modos talvez análogos às espécies de seres vivos na natureza. Karl Raimund Popper (1902-1994) pode ser arrolado como um ilustre precursor dessa teoria. O epistemólogo de Viena pensou resolver o dilema filosófico da dualidade mente-corpo com a introdução do mundo da cultura ou da linguagem, o mundo 3, em uma tradição metafísica marcada pelo dualismo mente-corpo herdado desde Descartes. Popper assinalou que os filósofos costumam associar o conhecimento a *disposições mentais* para acreditar. O conhecimento humano é considerado normalmente como subjetivo, no sentido de que ele depende, de uma forma ou outra, das mentes humanas. Popper sugere que o contato entre os irreduzíveis mundos dos corpos físicos (mundo 1) e das mentes (mundo 2) só pode ocorrer se mediado pelos habitantes do mundo 3, estruturas de linguagem (Popper, 1975, p. 164; 1982, p. 325). Idéias e fragmentos de idéias, instituições como o Estado, a Igreja, a Escola, o Clube, assim como projetos escritos, poemas, programas de tevê, conversas na rua ou no telefone, fazem parte de um mundo que, para ser compreendido, não deveria ser reduzido nem meramente ao mundo físico nem tampouco ao mental. Seguindo por essa via, que Popper de certa forma percorre quando defende a idéia de conhecimento sem sujeito conhecedor, acabaríamos certamente, como

ele mesmo, na trilha de Platão, e a mais influente de todas as idéias do Ocidente: a teoria das Formas ou das Idéias.

Não é o nosso objetivo contar uma história da teoria da autonomia das idéias ou da cultura, mas apresentar como ela se atualiza hoje, tendo como fundamento a biologia evolutiva. A capacidade de imitação que nos é inerente, que um grande cérebro genético e cultural nos proporciona, favorece que as idéias se frutifiquem e como consequência de sua multiplicação, elas como que lutam para ocupar espaço em nosso cérebro. Algumas dessas idéias se transmitem no tempo com o passar das gerações humanas. Outras duram muito menos do que sete minutos ou do que um sonho. O objetivo desse trabalho é apresentar alguns dos pilares sobre os quais se assenta tal teoria da evolução dos replicadores culturais.

II. DARWINISMO

A analogia entre a evolução biológica e as transformações culturais exerce um papel radical na teoria dos memes. Eu compreendo que a analogia entre o gene e o meme é um caso do que Michael Ruse (1995) chamaria de “analogia como heurística”, e não “analogia como justificação”. Simplificando um pouco, na analogia como justificação busca-se uma comparação entre duas entidades diferentes tentando alcançar a conclusão de que na verdade os dois entes são idênticos. No primeiro caso, ao contrário, a analogia tem uma função de prover uma base de comparação sobre a qual se poderia erguer um sem número de questões construtivas (Ruse, 1995). Assim, comparam-se genes e memes, biologia e cultura, não para dizer que são a mesma coisa (ou mesmo parte de um só processo), mas para estudar se as modificações ocorridas no mundo dos seres vivos pode contribuir para lançar luz no que acontece no mundo das idéias e das linguagens, e se ambos obedecem a um mesmo ou diferente padrão evolutivo, quer dizer, histórico.

Como é sabido, a evolução biológica foi tratada pela primeira vez, de forma sistemática, por Charles Darwin, que concebia a hereditariedade, a variação e a seleção natural como os elementos básicos a partir dos quais as espécies se originavam. Dois problemas fundamentais de Darwin eram explicar como as espécies se multiplicavam na natureza e de que forma suas estruturas *pareciam* perfeitamente adaptadas às funções que exerciam. A modernidade e a genialidade de Darwin residem em afirmar, baseado em um sem número de evidências paleontológicas, anatômicas, fisiológicas, geográficas, embriológicas, psicológicas, etológicas, que o homem, tal qual todos os outros seres vivos, é o produto (nunca acabado ou final) de interações complexas entre

indivíduos, populações, espécies e seus respectivos ambientes. Ambiente aqui entendido tanto como o ambiente físico de uma floresta – por exemplo, seu regime de chuvas, a intensidade variável dos seus ventos, a radiação que recebe do sol, entre muitos outros fatores de vários níveis diferentes. E, ambiente compreendido, ao mesmo tempo, como os inúmeros outros organismos da mesma espécie em questão, assim como incontáveis outros indivíduos de outras espécies, próximas e distantes, com o qual necessariamente dividimos e disputamos o ambiente, e sem os quais não seríamos vivos.

A teoria da evolução de Darwin não propõe um progresso ou melhoria inexorável da vida, mas assevera que a vida, dadas as condições encontradas neste planeta, *tende* a se diversificar e, se as condições ambientais se mantêm mais ou menos constantes, determinados progressos locais, no espaço e no tempo, podem ser observados, as adaptações. Pensadores que viveram muito tempo antes de Darwin, como Aristóteles por exemplo, já reconheciam a existência de diversos tipos diferentes de seres vivos e de suas fantásticas estruturas “perfeitamente” adaptadas. Foi Darwin, no entanto, que sistematizou um argumento a favor de uma tendência natural à emergência sempre renovada de espécies, a transformação natural de uma espécie em outra(s), a extinção das espécies e o processo lento e gradual¹ pelo qual as estruturas se adaptam às condições locais (históricas) de vida.

A teoria de Darwin sofreu e ainda sofre muitas críticas, mesmo dentro da Biologia. Desconfio, no entanto, que a maior parte dessas críticas provenha daqueles que gostariam de crer, de uma forma ou de outra, que o homem é um ser vivo especial. Eu gostaria de seguir aqui a sugestão de filósofos e cientistas que lidam com a teoria da evolução, dizendo que para ser interpretada corretamente, tal teoria deve ser dividida em duas partes distintas e complementares: por um lado, há o fato da evolução, com o qual concordam todos os biólogos e filósofos que se interessaram pelo assunto, a constatação de que a vida na Terra se transformou muito desde suas origens até hoje; por outro lado, há uma disputa sobre a causa ou as causas dessa transformação. (Entre as duas ainda há uma terceira margem: os caminhos específicos que a história da vida seguiu, a história particular de cada grupo taxonômico, assim como o caminho tomada pela articulação dos grupos ou mesmo da vida como um todo) (ver Mayr, 1998; Ruse, 1995; Bowler, 1989).

Darwin defendeu que a mudança evolutiva era ocasionada pela existência de variações espontâneas e herdáveis que ocorriam entre os indivíduos *dentro*

¹ Presentemente se tem questionado com êxito essa mudança lenta e gradual. Isso em absoluto não fere a capacidade explicativa do princípio da evolução por seleção natural.

das populações naturais (Darwin, 1985, p. 78), variação essa que seria, com o passar do tempo geológico, modelada ou dirigida pela seleção natural. A seleção natural é um processo que tende a preservar, dentro de uma população, os indivíduos que possuem variações que lhes são úteis, conferindo-lhes alguma vantagem, mesmo que pequena, sobre os demais da *mesma espécie*. Tais tendências podem ser revertidas se as condições ambientais (históricas) se alterarem muito: uma estrutura favorecida hoje pela seleção pode amanhã não mais ser útil, assim como uma estrutura inútil hoje pode quedar-se proveitosa em circunstâncias posteriores.

Toda discussão séria dentro da Biologia reconhece que outros fatores, além da seleção natural, interferem na evolução, como o acaso das grandes catástrofes seguida pela deriva dos genes, o efeito do fundador. Assim, também, nem todas as características são úteis ou degeneradas – elas podem ser neutras. Além disso, existem processos naturais, como a aprendizagem, que podem acelerar ou frear a evolução. Entretanto, não se nega que a seleção natural seja um processo muito importante no desenho e no comportamento de todos os seres. Não existem aves com escamas e nadadeiras, ou peixes com penas e asas por acaso, mas porque certamente a seleção natural aproveitou outras estruturas mais antigas e proveu os peixes de sua indumentária marinha e as aves de sua roupa aérea.

III. GENES EGOÍSTAS

Mais especificamente, a teoria dos memes está baseada em uma analogia com a teoria do gene egoísta popularizada por Richard Dawkins. A teoria do gene egoísta concebe todos os seres vivos como máquinas de sobrevivência para replicadores biológicos (Williams, 1966; Dawkins, 1979; Dennett 1998; Blackmore, 1999; Nesse, 1997; Ridley, 2000). Por sua vez, replicadores são entidades químicas reais (filosoficamente falando são particulares). Esses replicadores são entes capazes de servirem de modelo para a produção de novos replicadores. O replicador biológico universalmente disseminado hoje pela maioria esmagadora das espécies de seres vivos é o gene. O gene é um fragmento de DNA que basicamente expressa moléculas específicas de uma certa proteína. Tal expressão é mediada por outra molécula, o RNA.

Um tigre pode ser reproduzido para a geração seguinte porque as informações para formá-lo são veiculadas pelas células gaméticas de seus progenitores sob a forma de genes (contidos nos cromossomos). Basicamente um gene faz duas coisas fundamentais: ele possui a capacidade de se auto-replicar; mas ele também serve de instrução ou receita química para a síntese

de proteínas. Segundo Dawkins e outros cientistas, os replicadores emergiram espontaneamente na Terra, sem interferência sobrenatural alguma, após centenas de milhões de anos de evolução pré-biótica (Dawkins, 1979; Orgel, 1988). Evolução aqui significa, usando esse conceito de uma forma bastante relaxada, transformação, mudança, que, como já foi indicado, não precisa ser necessariamente progressiva. Mas Dawkins supõe que os replicadores primitivos não eram todos iguais, ou seja, eles variavam. Para a teoria dos genes egoístas, a variação que existia entre os replicadores primitivos foi a matéria prima fundamental sobre a qual se arvoraria toda a diversidade futura. A seleção natural não cria a variação. A variação é o resultado de um processo de cópia que embora muito sofisticado não é perfeito. Erros ocorrem. Dado o número incalculável de vezes em que acontece a replicação do material genético, pequenas imperfeições podem resultar em grandes estruturas, se tais imperfeições na verdade favorecem aqueles que a possuem. A seleção natural seria a *única causa direcional* da evolução. É ela que possibilita o *aperfeiçoamento* de uma estrutura, sua adaptação ao ambiente. É a seleção natural que dirige formas e comportamentos. Todavia, essa direção não é rigidamente dirigida, nem aprioristicamente dada, uma vez que as vicissitudes da história de cada indivíduo interagem com a expressão do programa genético.

Para compreender como um peixe parece ser feito para o ambiente marinho é necessário saber que escamas, nadadeiras, guelras, espinhas, olhos e outros órgãos externos e internos são exemplos de estruturas que são passadas adiante, geração após geração, por instruções químicas codificadas nos genes. No meu modo de compreender, a teoria do gene egoísta, divulgada e ampliada por Richard Dawkins, é a mais nova interpretação (criticada e corrigida) da idéia de Darwin traduzida em termos moleculares. Embora acusado de reducionismo, *O gene egoísta* é, na minha opinião, um alerta contra a auto-ilusão humana e obteve retorno de outros filósofos e cientistas que, desde então, buscam criticar e aperfeiçoar a teoria em vários campos chegando à teoria moral e à teoria econômica (Wright 1996, Ridley, 2000)

O gene egoísta é um livro de divulgação científica de alto nível. Dawkins apresenta a idéia de Williams, Hamilton e Trivers: a seleção age principalmente a favor do gene, não da espécie ou do indivíduo (Dawkins, 1979, p. 18; Dennett, 1998, p. 502; Blackmore, 1999; Ridley, 2000). Ocorre que o livro discorre vasta e repetidamente que um gene isolado jamais confere de imediato uma característica fenotípica (estrutural ou comportamental). As garras de uma águia não são o produto de um gene (não há *um* gene para formar garras), mas suas unhas transformadas em lâminas de matar, seus ossos resistentes ao peso das presas, o sangue que alimenta essas estruturas, são feitos basicamente de proteínas e essas são produtos ou expressões de genes. Logo, entre o conjunto

de genes de um indivíduo (seu genótipo) e sua expressão perceptível (seu fenótipo) ocorre uma longa e complexa via de interações entre vários níveis de organização, desde o nível molecular dos genes e proteínas até o nível dos grandes sistemas (respiratório, nervoso, digestivo, muscular, excretor), todos integrados em intrigantes e intrincadas histórias embriogenéticas, ontogenéticas e filogenéticas. Tais considerações têm sido negligenciadas e é comum que se critique o livro de Dawkins como se ele omitisse os problemas do desenvolvimento e da integração.

Controvertida como é, a teoria do gene egoísta ganhou logo inúmeros inimigos que acusam Dawkins de oferecer uma base molecular para os abusos da sociobiologia, ajudando a aclamar o império egoísta dos genes, justificando biologicamente os comportamentos humanos mais bárbaros, predatórios, violentos e machistas. Mas, ao meu modo de ver, ao contrário, Dawkins procura divulgar a idéia de que muitos comportamentos dentro do mundo animal, (o egoísmo, o altruísmo, o cooperativismo²) podem ser melhor compreendidos se admitirmos que os indivíduos e as espécies são como que um campo de batalha onde os genes lutam para serem representados nas gerações subseqüentes.

Para Dawkins, somos máquinas de sobrevivência dos replicadores biológicos como as algas, os protozoários, os macacos, as samambaias, as formigas, os tubarões e um número realmente fantástico de criaturas diferentes, de espécies distintas. Seríamos máquinas de sobrevivência no sentido de que não fomos nós que criamos nosso corpo: o coração, as pernas, os rins sabem se fazer a si mesmo. Como? Através justamente da informação contida nos replicadores biológicos modernos, os genes, informações químicas para construir moléculas químicas de outra classe, as proteínas, da qual todos nós somos essencialmente formados, materialmente feitos. Logo, a informação pela qual a vida é mantida através das gerações está codificada nos genes.

Ocorre que não basta fabricar proteínas. É necessário que um imenso número de proteínas diferentes sejam alocadas precisamente no espaço e no tempo desejados em um corpo em construção que, grosso modo, se modifica

² Uma das questões mais importantes dessa controvérsia repousa no problema de explicar a cooperação e o altruísmo. Esse é um dos grandes entraves da teoria de Darwin: em um mundo onde a competição sobretudo *dentro* de cada espécie tem uma importância fundamental, como explicar que principalmente entre seres humanos, mas não somente entre eles, observa-se indivíduos sacrificando-se por outros indivíduos, às vezes ao custo da própria vida? Como explicar o comportamento cooperativo? A interpretação tradicional diz que os indivíduos se sacrificavam para o bem do grupo ou da espécie. Dawkins argumenta que os indivíduos se sacrificam por causa dos seus genes. Infelizmente, dadas as restrições de espaço, esse problema não será discutido no presente trabalho.

continuamente. Antes de tudo, é preciso que todas as informações necessárias para construir um corpo, quer seja de um sapo, de uma borboleta, de uma mangueira, de uma lontra ou de uma *top model* devam estar nessa única célula que resulta do encontro dos materiais genéticos contidos nos gametas, masculino e feminino, dos progenitores. No interior dessa primeira célula, a célula-ovo, estão contidas *todas* as informações necessárias para formar as proteínas que, através de um longo e intrincado processo de desenvolvimento, resultarão em um organismo adulto.

Todavia, a mera informação para produzir proteínas ainda não é suficiente para explicar como se dá a integração e a regulação desse complexo proteico de estruturas e comportamentos tão bizarros e maravilhosos. Os rins são feitos de células e proteínas muitas das quais estão especificamente presentes apenas nos rins. O mesmo ocorre com os outros tecidos e órgãos. Se todas essas estruturas derivam por divisão celular de uma mesma célula primordial, todas as células possuem todos os genes para produzir um organismo inteiro. Células renais só produzem substâncias e estruturas típicas de células renais enquanto outras substâncias e estruturas permanecem “desligadas” ou “adormecidas”. Além disso, no desenvolvimento que vai do ovo ao organismo adulto é necessário que os rins (suas células e tecidos) migrem para uma região exata do corpo que se forma, e o mesmo vale para as outras estruturas que compõem o corpo. Para que a organização seja reproduzida é necessário que haja outras tantas estruturas que inspecionem e regulem rigorosamente a construção do edifício vivo e outras talvez responsáveis pela integração e regulação dessas dinâmicas populações de células.

Assim, não se pode explicar o temperamento agressivo de um leão dizendo que ele é causado por um gene que produz uma proteína que confere a agressividade. Isso seria obviamente um absurdo. É razoável, no entanto, imaginar que a ferocidade dos felinos é uma função da interação entre a informação genética que cada indivíduo dessa espécie herda de seus progenitores e as condições ambientais historicamente determinadas. O que os animais herdam não é a ferocidade em si, mas replicadores que são *também* informações para estruturar proteínas que, no ambiente selvagem, conferem o comportamento que consideramos agressivo. Os felinos herdam de seus ascendentes os genes que codificam proteínas que formarão dentes, garras, olhos, músculos, juba.

As proteínas são a base material de tudo que existe. Células são formadas de proteínas e possuem matrizes, interna e externa, constituídas basicamente por proteínas. Tecidos, órgãos, sistemas, o organismo inteiro, todos devemos nossa aparência à presença (ou à ausência) de determinadas proteínas na nossa constituição física. Moléculas químicas diferentes também são importantes para que a vida se mantenha e se perpetue, sobretudo a água, o oxigênio, as

gorduras, os próprios ácidos nucleicos que constituem os genes. Mas as proteínas são as substâncias das quais nós somos feitos. Ocorre que proteínas são expressões de genes, e que as relações entre os genes e a sua expressão fenotípica são fundamentais para compreender a história das transformações dos seres vivos.

A interação entre o ambiente (físico, químico, ecológico) e os genes é muito complicada. Podemos presumir que todos os seres vivos são modelados pela seleção natural para viverem em um planeta que possui uma certa atração gravitacional, uma certa incidência de luz solar, uma certa intensidade de outras radiações, uma certa umidade, ou seja: temos recursos e limites. Alteradas algumas ou muitas de tais condições físicas, estruturas de seres vivos que até então eram favorecidas pela seleção natural, podem deixar de sê-las. A seleção não é necessariamente inteligente, e ela pode ser verdadeiramente estúpida. A seleção natural, como costumam repetir os biólogos darwinistas, é oportunista e imediatista. Ela não pode prever o que os organismos precisarão no futuro, próximo ou distante, mas é como que uma aposta de que as condições de vida do presente não irão se alterar drasticamente no futuro. Se o sol se apagasse amanhã para sempre as plantas verdes não mais poderiam fazer fotossíntese e suas estruturas altamente complexas quedariam inúteis. As plantas não se reproduziriam normalmente em um cenário em que fosse noite para sempre. Haveria vida? Certamente por mais um tempo. Quanto? Não creio que ninguém nunca tenha se preocupado com tal cálculo.

O que nos importa, na verdade, é que, na teoria do gene egoísta, são os genes (os genótipos expressos em fenótipos, isto é, os genes traduzidos em estruturas e comportamentos) que são os mais favorecidos pela seleção natural. Os genes, em realidade as *informações* codificadas por suas cópias, são as entidades que se perpetuam através do tempo, e não populações, grupos ou mesmo os indivíduos. Um indivíduo pode deixar uma prole numerosa para as gerações seguintes, mas ele mesmo tem um período determinado de vida, findo o qual desaparece para sempre. Populações e espécies possuem uma longevidade bem maior do que os indivíduos, mas elas mesmas não podem se perpetuar sem se alterarem dramaticamente, e sem finalmente perecerem. Por outro lado, existem muitos genes que se encontram praticamente *inalterados* tanto no reino animal, quanto no vegetal. Um exemplo é o gene que produz a proteína chamada citocromo c que é essencial para que se realizem modificações bioquímicas da cadeia respiratória. Isso significa que a seleção natural preservou a informação genética para produzir essa proteína por um tempo incrivelmente mais extenso do que qualquer espécie que já tenha vivido sobre a Terra.

Com o passar do vasto, lento e profundo tempo geológico as máquinas de sobrevivência se sofisticaram. As estratégias inventadas para garantir a

reprodução de indivíduos e espécies protegeram e perpetuaram, ao mesmo tempo, a informação química contida nos genes, fundamental para construir os corpos e as estruturas de indivíduos e populações. Uma das novidades mais surpreendentes nesse processo, pelo menos para nós, seres humanos, foi o aparecimento justamente da espécie humana e de seu volumoso cérebro cognitivo, que examinaremos a seguir sob o ponto de vista dos memes.

IV. A ORIGEM DO HOMEM

Em 1871 Darwin publicou o livro *A origem do homem e a seleção sexual*... Duas de suas conjecturas mais ousadas nessa obra têm um estatuto diferente hoje para biólogos e antropólogos. Darwin afirmou que o homem se originou na África. Pesquisas feitas, sobretudo a partir da metade do século XX, confirmaram essa idéia. Mas ele também defendeu que o homem se originou a partir da emergência conjunta de três características: o bipedismo, a encefalização (o crescimento do cérebro) e a fabricação de ferramentas. Conhecido como “pacote darwiniano”, essa emergência sincrônica está descartada hoje pela ciência, sobretudo perante as evidências antropológicas e arqueológicas (Leakey, 1995).

Em termos energéticos, o cérebro humano é um órgão muito dispendioso. Embora represente apenas dois por cento do peso do corpo adulto, ele gasta cerca de vinte por cento de toda a energia produzida pelos processos corporais (Blackmore, 1999). O tamanho do cérebro humano cresceu dramaticamente durante o tempo relativamente curto de dois milhões e meio de anos (Seuánez, 1979; Ruse, 1995), que separam os últimos australopitecos do homem anatomicamente moderno. Todavia, há cem mil anos, o tamanho do cérebro já era aproximadamente o que é hoje.

Provavelmente existe uma relação positiva entre a encefalização e as vantagens evolutivas do advento de uma capacidade cognitiva aumentada. Por sua vez, a linguagem articulada só começou a emergir lentamente há uns quarenta mil anos. Dessa época datam, também, os primeiros implementos (ferramentas) feitos de ossos e chifres, assim como as primeiras, embora incipientes, pinturas rupestres. Os antropólogos conhecem essa época pelo nome de ‘revolução tecnológica e artística do paleolítico superior’ e a concebem como uma transformação instrumental, artística, lingüística, científica-cultural que permitiu ao homem ser o que é. Mas, como o cérebro começou a se expandir por volta de uns dois milhões e meio de anos e parou mais ou menos no que é hoje há uns cem mil anos, seria absurdo dizer que as novas formas de linguagem (tecnológica, artística) exerceram algum papel fundamental no

crescimento evolutivo do cérebro. Antes, ao contrário, o crescimento extraordinário do cérebro favoreceu que novas tecnologias fossem inventadas e, na medida em que funcionavam, se expandissem rapidamente por toda parte.

Segundo a teoria do meme defendida por Blackmore (1999), o que fez o cérebro crescer foi a capacidade de imitação.³ Essa capacidade foi grandemente magnificada pelo advento da fabricação de ferramentas⁴ e, posteriormente, pelo advento da linguagem. Embora a linguagem articulada seja um atributo específico do *Homo sapiens sapiens* é comum considerar, cartesiana e erroneamente, que a própria linguagem seja uma característica apenas da nossa espécie, enquanto ela está presente em vários outros animais e, de forma muito pronunciada, entre os chimpanzés (Fouts, 1998).⁵

O lingüista Roman Jakobson e o filósofo Karl Popper enfatizaram, independentemente, que as funções expressiva e sinalizadora da linguagem ocorrem em vários animais. Embora a função descritiva só seja conhecida em uns poucos organismos (em especial, nos insetos sociais), é no homem que ela atinge seu mais alto grau de desenvolvimento. Já a função poética só emergiu no homem (Jakobson, 1973), assim como a função crítica ou argumentativa (Popper, 1982, 1975). Na verdade, o homem é o único animal que possui uma linguagem falada altamente articulada e, sobretudo, uma linguagem escrita.

Mas, para que seja possível o aparecimento de uma linguagem descritiva articulada foi preciso que o aparelho vocal de uma população ancestral de primatas tivesse se modificado. As condições ecológicas dessa transformação se relacionam com a evolução da postura bípede. Fenômenos sísmicos que ocorreram na África Ocidental entre 15 e 7 milhões de anos atrás deram origem à enorme cadeia de montanhas que corta o território africano na direção norte-

³ Existem várias teorias que tentam explicar a evolução do cérebro humano. No próprio *The meme machine* Blackmore apresenta algumas das mais importantes dessas teorias. Todo livro que trata da evolução do homem, considerando que aspectos biológicos são fundamentais para tal compreensão, oferece pelo menos uma narrativa hipotética para esse crescimento (ver bibliografia).

⁴ Baseada em evidências paleontológicas e arqueológicas supõe-se que os primeiros primatas a fabricarem ferramentas provavelmente foram os *hominídeos*, há uns dois milhões e meio de anos (2.5×10^6) (LEAKEY, 1995; BLACKMORE, 1999).

⁵ A idéia de que os animais também possuem linguagens é comum entre todos aqueles que estudam mais de perto o comportamento de criaturas não humanas. Qualquer pessoa que tenha convivido com um gato ou um cão sabe o quanto os animais expressam e sinalizam várias formas de mensagens. O estudo da sofisticada comunicação das abelhas e de outros insetos sociais como as formigas, assim como a pesquisa sobre o comportamento de certos cetáceos como os golfinhos além de vários grupos diferentes de primatas demonstra claramente que a linguagem não é um atributo específico da espécie humana.

sul, isolando a porção oriental da ocidental. Essa modificação fez com que a África deixasse de ser um ambiente ecológico superficialmente homogêneo. Ecologicamente falando, a porção oriental criada com o soerguimento da barreira geográfica favoreceu primatas que andavam sobre duas patas, uma vez que a antiga floresta da região oriental regrediu dando vez a um ambiente de savana intercalado com bosques, formando uma espécie de mosaico ambiental. Provavelmente, só quando populações dos nossos ancestrais passaram a andar freqüentemente sobre dois pés e a fabricar instrumentos; assim como a articular uma gama mais variada e significativa de sons, é que a cultura começou a se desenvolver em uma velocidade vertiginosa.

Segundo Blackmore, as sociedades, como a conhecemos, teriam emergido quando as idéias ou os memes puderam ser imitados mais prontamente, conferindo vantagens importantes não apenas para os que inventavam uma idéia útil, mas, sobretudo, para os que copiavam essas boas idéias. E essa capacidade teria sido proveniente do aumento do cérebro. Na verdade, pode-se imaginar uma curiosa circularidade a retroalimentar o crescimento do cérebro e a evolução da cultura. Boas idéias se propagam porque elas favorecem seus inventores e imitadores. Se uma ferramenta *serve* a algum propósito, ela vai ser copiada. Se um indivíduo de uma população pré-humana vive em um ambiente inóspito e a carne faz parte de sua dieta obrigatória, a fabricação de uma ponta de lança certamente lhe favorecerá. De onde vem essa idéia? Esse talvez seja um dos limites da teoria dos memes, ela não dá conta propriamente da invenção, da emergência da novidade. Mas, dado o aparecimento de uma ferramenta (de um meme) interessante, nada impede que outro homem, vendo sua utilidade (ou beleza), não fabrique ele mesmo uma para si e assim por diante.

É nesse contexto que se presume que o bipedismo seja um fenômeno que esteja na origem da humanização, da encefalização e da socialização. Mas o bipedismo não é a (única) causa da evolução do homem. Provavelmente, em Biologia, não existe uma causa que não seja efeito de causas anteriores. O bipedismo completo, talvez, seja um efeito das referidas mudanças geológicas e ecológicas que criaram barreiras reprodutivas entre os primatas à oeste e à leste da cadeia de montanhas então formada. Modificações no hábito alimentar também são observadas por mudanças no desenho dos dentes dos primatas. Sem dúvida, o bipedismo permitiu a liberação das patas dianteiras que, doravante, aprenderam notavelmente, por instrução não geneticamente herdável, a manipular objetos naturais e modelá-los, o que favoreceu a disseminação da imitação. O bipedismo também foi ocasionado ou causou mudanças anatômicas e fisiológicas que afetaram o sistema vocal e visual de nossos avós animais. Afetou, igualmente, os sistemas cardiovascular, nervoso, excretor, já que em um ambiente que provavelmente não era mais o da densa e mais ou menos

uniforme floresta africana, os recursos eram inevitavelmente outros e foi preciso que os organismos emergentes se adaptassem às suas novas e severas condições de vida. Em termos mais rigorosamente darwinistas, pode-se afirmar que a família homínídea evoluiu em um cenário que, dada as condições ecológicas das regiões a oriente da barreira, os que tendiam a ser favorecidos eram os indivíduos ancestrais que possuíam maiores habilidades para andar e, conseqüentemente, manipular objetos. Presume-se, então, que modificações tão profundas na forma e no comportamento teriam sido conseqüência, também, de mutações genéticas. Mas, ao contrário do que achava Darwin, essas modificações não precisam ser lentas e graduais, pois se descobriu fenômenos na natureza que podem disparar processos evolutivos com uma rapidez muito acima da imaginada.

No nível nuclear, a descoberta dos genes reguladores, os homeoboxes, indicam que mutações nesses *loci* podem acarretar mudanças substanciais na forma de certos organismos em poucas gerações. Genes reguladores foram encontrados em muitas espécies estudadas, inclusive no homem. Embora não se possa afirmar cientificamente que a encefalização humana tenha sido causada por mutações em genes reguladores, faz sentido pensar que mudanças nessas entidades acarretaram uma mudança profunda na forma e, conseqüentemente, no comportamento de muitas populações.

Para a teoria dos memes, a emergência da cultura humana se deu em um contexto de informações, criações e imitações, que eram parte do comportamento pré-humano e que interagiam continuamente com os genes. O poder dos memes depende da capacidade de imitá-los, de reproduzi-los, seja através de ações e gestos (como imitar o ato de fazer uma ponta de lança), seja por pinturas, palavras faladas, registros escritos, poemas, programas de rádio ou de computador. Um meme que sirva ao propósito de *um* ser humano pode rapidamente infectar todo um grupo ou mesmo uma população ou até a própria espécie. Outros animais são capazes de imitação na natureza, como muitos primatas ou pássaros canoros. Nossa capacidade de imitar veio da natureza, não é um dom dado por nenhuma força sobrenatural. Entretanto, a emergência da linguagem articulada possibilitou que os memes pudessem ser armazenados em estruturas exógenas de linguagem e replicados para outros cérebros de uma forma que iria ocasionar uma profunda revolução da relação entre o homem e o ambiente.

A teoria dos memes inverte a perspectiva usual na qual se considera que o sujeito humano é senhor do seu corpo e de suas idéias. Considerando que nascemos em um mundo onde a cultura e a linguagem preexistem à nossa existência, somos selecionados e modelados, como Nietzsche corajosamente nos mostrou, pela educação informal que recebemos em casa e nas ruas, e

pela lição formal que nos é imposta pela escola e pelos livros (Sloterdijk, 2000; Nietzsche, 1998). O que chamamos de cultura e sociedade é um complexo de sistemas de idéias, de memes. Eles invadem nossa mente antes que possamos sequer ter qualquer consciência do processo, antes sequer de desconfiarmos que existimos. A doutrina dos memes quer mostrar que vivemos em um nutritivo e complexo caldo cultural, e que nossas mentes são o produto da disputa egoísta de idéias irracionais, de musas, no mais das vezes menos poéticas que as literárias, cuja lógica, não custa repetir, é inconsciente e não intencional.

O problema da teleologia nas ciências da vida continua vivo hoje, sobretudo para filósofos dessas ciências, embora certos autores tenham afirmado que o princípio de racionalidade exige que não ofereçamos explicações em termos de propósitos ou metas (Popper, 1975, p. 24; Monod, 1971, p. 32). Entretanto, biólogos e outros cientistas e filósofos continuam perguntando acerca de finalidade ou função sobretudo das estruturas e dos comportamento de milhões de espécies de seres vivos. Por exemplo, uma explicação por causas finais se manifestaria em expressões como ‘o corpo é uma máquina de sobrevivência *para* os genes” ou “o cérebro é uma máquina de reprodução *para* os memes”. O propósito dos corpos é servir de veículo para os genes. A função do cérebro é servir de *habitat* das idéias. Genes e memes são as causas finais, respectivamente, do corpo e do cérebro.

Entretanto, no meu modo de ver, nesse caso, afirmar que o corpo ou o cérebro é uma máquina é utilizar um tipo de raciocínio analógico ou metafórico. Da mesma forma, pode-se comparar um texto a um mecanismo, mas não existem *razões* para justificar metáforas ou analogias que não almejem uma identidade perfeita.⁶ Metáforas não devem contar logicamente em peças argumentativas, pela simples razão de elas que se destinam a propor semelhanças entre dissemelhantes, não pretendendo *provar* que **A** é **B**, mas que se compararmos um com o outro podemos chegar a conhecer melhor **A** e **B**, mesmo que, como sempre, parcial e hipoteticamente.

Há realmente algo que não satisfaz com a metáfora do cérebro como máquina de perpetuação de memes. Ela pode ser uma boa tática para introduzir a discussão sobre como o corpo e o cérebro (a mente) interagem com o mundo (dos bichos e das plantas, das mulheres e dos homens, do lar e dos negócios). Mas não somos exatamente máquinas. Nossos cérebros não são exatamente máquinas. E não creio também que os adeptos da teoria dos memes acreditem que os seus e nossos cérebros são máquinas de imitação de idéias. Mas se é para reconhecer a existência de alteridades nos universos físicos, biológicos,

⁶ Ver o item I, p. 5.

psíquicos e sociais, então talvez devamos considerar, ao menos hipoteticamente, cientificamente, que possam existir partículas ou seres (biológicos e mentais) que nos usam (como máquina ou não) *para* se reproduzirem.

Os corpos existem para imortalizar genes. Os cérebros existem para imortalizar memes. A explicação por causas finais contida nessas sentenças deve ser discutida à luz do debate atual sobre o emprego da linguagem teleológica na teoria da evolução biológica (Lennox, 1993; Ghiselin, 1993; Regner, 1997; Caponi, 1999, 1997). Não são procedimentos comprometidos como uma causa cósmica (Mayr, 1998) que estamos perseguindo, mas o reconhecimento de que nossas ações no mundo são dirigidas por idéias. Idéias não vivem no vazio. Elas são parte de um contexto de homens e sociedades, de corpos e máquinas, com os quais cada um de nós é obrigado a se relacionar. A teoria dos memes que defendo não quer reduzir o homem, os indivíduos e a espécie, à autômatos imitadores cacofônicos, mas mostrar o imenso poder dos genes sobre os corpos, da cultura sobre os cérebros. Antropólogos, sociólogos e filósofos também têm insistido, independentemente, na influência da cultura sobre a formação (Gadamer, 1997) das mentes humanas. Homens, corpos, máquinas, genes, idéias são seres desse mundo. O homem só tem acesso racional a esses elementos por meio das lições (Sloterdijk, 2000) veiculadas pela linguagem e pela cultura. Nesse sentido, a cultura seria uma extensão natural da evolução biológica do homem, mas esse conhecimento só se faz acessível por meio da cultura. O que significa que estamos envolvidos em círculos, mas círculos talvez justos, que expressam nossas reais dificuldades de lidarmos de modo crítico com nossos próprios problemas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo sido depurada de más interpretações, como o darwinismo social, e um sem número de mal-entendidos, como o lamarckismo ou o mutacionismo (Bowler), a Teoria Sintética da Evolução alcançou, no final da década de 1940 uma sólida sustentação em rigorosas bases darwinistas. Isso significa que, passados hoje mais de cento e quarenta anos da publicação de *Origem das espécies*, ortodoxia dentro da Biologia continua crendo basicamente que o meme de Darwin estava certo: o processo pelo qual as espécies de seres vivos se diversificam é o da descendência com modificação submetida continuamente às pressões ambientais da seleção natural. Naturalmente muitas modificações ocorreram ao próprio darwinismo clássico e uma das mais importantes foi que agora os evolucionistas consideram que todo benefício, em termos adaptativos, tem um custo, em termos de energia despendida para produzir uma estrutura

ou um comportamento e mantê-los (Cronin, 1995). Ocorre que esse modelo explicativo começa a ser utilizado compreendendo que as próprias idéias veiculadas cultural e socialmente são replicadores.

O programa de pesquisa dos memes é uma investigação ainda incipiente: para Hull em 2001, ela teria cerca de doze anos (Hull, 2001). A memética pretende tratar a informação cultural e as próprias tradições como complexos informacionais que se replicam via nossas mentes, e outros artefatos produzidos por nossas mentes, com o intuito de propagar informações. A própria mente humana, para Blackmore e Dennett, é um ninho de memes. A metáfora do ninho é, ao meu ver, bastante apropriada por que o ninho não só é o produto de uma atividade biológica, como é também o local onde a própria vida será cultivada, vale dizer, replicada (pelo menos do ponto de vista dos genes). Interpretar a mente humana como um *locus* onde as idéias ganham moradas e se reproduzem é ver o processo não do ponto de vista de indivíduos autônomos, senhor de seus dias, mas sujeitos interagindo em uma complexa trama. O problema com essa linha de pensamento é que mal e mal resolvemos o que realmente seja isso que chamamos mente. Além de não existir uma definição unívoca de mente, as relações do cérebro com a mente, e do corpo com a mente, continuam objeto de extensas controvérsias. Embora as neurociências enriquecidas dos *insights* da informática tenham progredido muito, continua aberta a pergunta de como a mente humana emergiu em termos filogenéticos.

Naturalmente, o programa de pesquisa dos memes é tão heterodoxo que atrai para si muitas críticas. Até agora as mais contundentes se encontram em *Darwinizing Culture: the status of memetics as a Science*, organizado pelo antropólogo evolucionista Robert Auenger, publicado em 2001. Existem também outras críticas (Wimsatt, 1999; Gould, 1991⁷; Midgley, 2000), mas a segunda metade do livro de Auenger, assim como a introdução e as considerações finais desse mesmo autor, são abertamente contra a idéia de que os memes terão no futuro um grande poder de explicação e de predição, apostando que o programa é degenerativo. Gostaria de ressaltar que os autores que negam a memética no livro de Auenger, em absoluto negam a relevância e a importância de modelos abduzidos da biologia evolutiva para compreender a cultura; o que eles negam, é a procedência de compreender a cultura, reduzindo-a a entidades, os memes, que pudessem ter algum poder explicativo. Todos consideram a evolução humana de uma perspectiva bem darwinista.

Alguns dos defensores mais sagazes do programa assinam os primeiros artigos do bem equilibrado *Darwinizing Culture*. Eles sabem que a memética

⁷ Gostaria de agradecer a um dos pareceristas desse trabalho pela sugestão dessa referência.

precisa de um teste empírico e produtivo para acabar de uma vez por todas com as reticências sobre a investigação baseada na idéia de que as próprias idéias são replicadores com vida própria. Teóricos da linguagem, sobretudo da linguagem computacional, são os que levam os memes mais a sério. O que seriam os vírus de computador senão partículas de informação que se replicariam a despeito do interesse de seus veículos? Algumas conquistas já fazem parte da memética: 1) A distinção entre veículos e replicadores, ou ainda melhor, entre interatores e replicadores, tão fundamental para a memética, quanto a distinção entre fenótipo e genótipo para a biologia; 2) Os memes são seres em si, seres informacionais. O grande problema é a natureza da informação, ou seja, o que é a informação? (Hull, 2001). Do que a informação é feita? 3) Algumas modelagens dos memes, encontrada em sítios eletrônicos especializados, como *Journal of research in memetics* ([url:www.mmu.ac.uk/jom-emit](http://www.mmu.ac.uk/jom-emit)) e *Memetics publications in the web* (<http://users.lycaeum.org/~sputnik/Memetics/>), mostram, ao meu ver, que pode estar próximo o dia em que um modelo baseado nos memes será altamente explicativo para fenômenos que envolvem as chamadas ciências humanas e sociais.

BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE, Carlos Drumond. Poesias reunidas. Rio de Janeiro: José Olympio, 1979.
- AUNGER, Robert. *Darwinizing Culture: The Status of Memetics As a Science*. Oxford, Oxford University Press, 2001.
- BLACKMORE, Susan. The power of memes. *Scientific american*, New York, v. 283, p 53-61, october, 2000.
- . *The meme machine*. Oxford: Oxford University Press, 1999.
- BOWLER, Peter J. *Evolution: The history of an idea*. Los Angeles: University of California Press, 1989.
- BURNS, George W. *Genética: uma introdução à hereditariedade*. São Paulo: Interamericana, 1984.
- CAPONI, Gustavo. Más que una hipótesis (una tercera aproximación popperiana al darwinismo). *Episteme*, Porto Alegre, n. 8, p. 21-42, jan./jun. 1999.
- . Claude Bernard, Charles Darwin y los modos de fundamentales de interrogar lo viviente. *Principia*, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 203-238, dez. 1997.
- CRONIN, Helena. *A formiga e o pavão: altruísmo e seleção sexual de Darwin até hoje*. Campinas: Papirus, 1995.
- DARWIN, CHARLES. *Origem das espécies*. Belo Horizonte: Itatiaia, São Paulo: Edusp, 1985.
- DAWKINS, Richard. *O gene egoísta*. Belo Horizonte: Itatiaia, São Paulo: Edusp, 1979.
- DEELY, John. *Semiótica básica*. São Paulo: Ática, 1990.
- DENNETT, Daniel C. *A perigosa idéia de Darwin*. Rio de Janeiro: Rocco, 1998.
- DETIENE, Marcel. *Os mestres da verdade na Grécia arcaica*. Rio de Janeiro: Zahar, 1988.

ECO, Umberto. *Sobre os espelhos e outros ensaios*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1989.

FOUTS, Roger. *O parente mais próximo: o que os chimpanzés me ensinaram sobre quem somos*. Rio de Janeiro: Objetiva, 1998.

GADAMER, Hans-Georg. *Verdade e método*. Petrópolis: Vozes, 1997.

GHISELIN, Michael. Darwin's language may seem teleological, but his thinking is another matter. *Biology and Philosophy*, Dordrecht, **8**, p. 489-492, 1993.

GOULD, Stephen Jay. *Bully for brontosaurus: reflections in natural history*. New York: WW Norton & Company, 1991.

HULL, David. Taking memetics seriously: memetics will be what we make it. In: AUNGER, Robert. *Darwinizing Culture: The Status of Memetics As a Science*. Oxford: Oxford University Press, 2001. p 43-68.

JACOB, François. *A lógica da vida: uma história da hereditariedade*. Rio de Janeiro: Graal, 1983.

JAKOBSON, Roman. *Linguística e comunicação*. São Paulo: Cultrix, 1973.

LEAKEY, Richard. *A origem da espécie humana*. Rio de Janeiro: Rocco, 1995.

LEAKEY, Richard; LEWIN, Roger. *O povo do lago*. Brasília: EdUnB; SP: Melhoramentos, 1987.

LENNOX, James G. Darwin was a teleologist. *Biology and Philosophy*, Dordrecht, **8**, p. 409-421/ 493-495, 1993.

MAYR, Ernst *O desenvolvimento do pensamento biológico*. Brasília: EdUnB, 1998.

MIDGLEY, Mary. Why memes? In: ROSE, Hilary; ROSE, Steven. *Alas, poor Darwin: arguments against evolutionary psychology...* New York: Harmony Books, 2000. p 79-100.

MONOD, Jacques. *O acaso e a necessidade*. Petrópolis: Vozes, 1971.

NESSE, Randolph, M.; WILLIAMS, George C. *Por que adoecemos? A nova ciência da medicina darwinista*. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

NIETZSCHE, Friederich. *A genealogia da moral*. São Paulo: Cia da Letras, 1998.

ORGEL, Leslie E. *As origens da vida: moléculas e seleção natural*. Brasília: EdUnb, 1988.

POPPER, Karl Raimund. *O eu e seu cérebro*. Campinas: Papirus, Brasília: Ed.UnB, 1995.

—. *Conjecturas e refutações*. Brasília: Ed.UnB, 1982.

—. *Conhecimento objetivo: uma abordagem evolucionária*. Belo Horizonte: Itatiaia, São Paulo: Edusp, 1975.

REGNER, Anna Carolina Krebs Pereira. Uma leitura hermenêutica da Origem das Espécies de Charles Darwin. In: J., In: Morey, P. & Ahumada (org.). *Epistemología e Historia de la Ciencia* (Selección de trabajos de las VII Jornadas). Córdoba, Argentina, v. 1, p. 290-295, 1997.

REVISTA USP. *Dossiê Genética e Ética*. São Paulo: USP, n. 24, 1995.

RIDLEY, Matt. *As origens da virtude*. Rio de Janeiro: Record, 2000.

RUSE, Michael. *Levando Darwin a sério*. Belo Horizonte: Itatiaia, 1995.

SACKS, Oliver. *A ilha dos daltônicos*. São Paulo: Cia das Letras, 1995.

SEUÁNEZ, Hector. *The phylogeny of human chromosomes*. New York: Springer-Verlag, 1979.

SLOTERDIJK, Peter. *Regras para o parque humano*. São Paulo: Estação Liberdade, 2000.

WILLIAMS, George C. *Adaptation and natural selection*. New Jersey: Princeton University Press, 1966.

WIMSAT, W.C. Genes, memes and cultural heredity. *Biology and Philosophy*, Dordrecht, **14**, p. 279-310, 1999.

WRIGHT, Robert. *O animal moral*. Rio de Janeiro: Campus, 1996.

NOTAS SOBRE A CONCEPÇÃO EVOLUCIONISTA DA MORAL

*Karla Chediak**

RESUMO

O presente artigo trata da concepção evolucionista da moral, considerando, primeiramente, duas análises que diferem quanto à maior ou menor importância atribuída à evolução. Discutimos, também, dois problemas filosóficos relacionados com a atribuição da origem evolutiva para moral: o determinismo e objetivismo moral. Defendemos que a vinculação entre evolução e moral não implica necessariamente o determinismo nem a exclusão de justificação e crítica. A perspectiva evolucionista pode, a nosso ver, cooperar para a ultrapassagem da oposição racionalismo e empirismo frente à moralidade, ao levar em conta a influência dos sentimentos, mas sem desconsiderar a especificidade das normas morais.

Palavras-chave: evolução, altruísmo, determinismo, objetivismo, subjetivismo.

NOTES ON THE EVOLUTIONIST CONCEPTION OF MORAL

This article discusses the evolutionist conception of moral, considering two approaches, which differ in relation to the importance of evolution in understanding moral behavior. Moreover, it discusses two philosophical problems related to the association between moral and evolution: the determinism, and the problem of objectivity of morality. Evolutionist perspective does not always implicate in determinism. Indeed, it can overcome the opposition between rationalism and empiricism, because it considers the nature of the feelings, without denying the specificity of moral norms.

Key words: evolution, altruism, determinism, objectivism, subjectivism.

O pressuposto para se estabelecer uma relação entre moral e evolução é a compreensão do homem como espécie natural, tal qual outra qualquer. Isso

* Professora Adjunta do Departamento de Filosofia da UERJ. *E-mail:* kchediak@uerj.br

significa que, para explicar sua origem, é suficiente utilizarem-se elementos que vêm apenas de sua história natural, ou seja, do processo de hominização. Podemos dizer que a maioria dos evolucionistas aceita que o gênero *Homo* deriva, senão diretamente, ao menos indiretamente de um homínídeo muito próximo do *Australopithecus (afarensis)*, cujo fóssil nos leva a mais ou menos 3 ou 4 milhões de anos atrás. Esses já possuíam, parcialmente, postura bípede, andar ereto e cérebro um pouco maior do que o do chimpanzé (400 a 500 cm).¹

A tese evolutiva sustenta que o período entre os 4 ou 5 milhões de anos e os últimos 30 mil foi determinante para o que veio depois; não se poderia eliminar a história biológica da espécie porque, a partir de certo momento, começou a desenvolver-se sua história cultural. Recusando a concepção que afirma ter havido ruptura total entre natureza e cultura, a tese evolucionista defende que o processo de hominização teria levado a uma forma única de evolução, não meramente biológica, também cultural, mas que não teria rompido inteiramente com a base biológica. Essa tese tem gerado muita polêmica por admitir uma distinção muito mais de grau do que de essência entre a espécie humana e o resto do mundo vivo do qual ela faz parte.

Uma consequência filosófica da tese evolucionista se relaciona com a crença de que a espécie humana é a única na natureza a se livrar dos grilhões dos instintos. Segundo o evolucionismo, não é mais possível sustentar-se a tese da indeterminação total da espécie. E essa negação da indeterminação da espécie afeta diretamente a questão da moralidade, na medida em que a moral tem sido compreendida como a expressão máxima da indeterminação e da independência do homem em relação à natureza, ou seja, a possibilidade de sua autodeterminação que supõe a liberdade. A tese de que há uma origem natural para o comportamento moral humano é, nesse sentido, a mais radical dentre todas as que procuram vincular homem e evolução, porque todas as demais aproximações possíveis entre a espécie humana e os animais se fazem por meio da linguagem ou da inteligência, ou ainda da vida social; mas nenhuma delas gera muitos problemas, até porque, de uma forma ou de outra, já se mostraram evidentes. No entanto, o domínio da moral sempre foi intocável, sempre marcou a nossa diferença específica, ao menos, filosoficamente falando.

¹ Segundo Foley: “entre 5 milhões e 1,2 milhões de anos atrás, os homínídeos podiam ser divididos em dois grupos principais: os australopitécíneos e o gênero *Homo*. O primeiro representa os mais antigos homínídeos conhecidos e o último parece ter surgido há 2 milhões de anos. Dessa época até os dias de hoje, o gênero *Homo* passou por considerável mudança evolutiva, da qual talvez o evento fundamental seja a evolução do *Homo sapiens*, datada de cerca de 200.000 anos, e o aparecimento de humanos anatomicamente modernos (*Homo sapiens sapiens*) nos últimos 100 mil anos” (Foley, 1993, p. 53).

Para os evolucionistas, a moral tem origem natural, mas ainda que todos admitam esse ponto de partida, há muitas divergências. Podemos organizar essas diferenças em duas linhas principais: a primeira, em que a moral é compreendida como subproduto do desenvolvimento de nossa cultura, possuindo uma base natural apenas secundariamente, pois só teria uma relação indireta e distante com a nossa biologia. A segunda linha de compreensão procura estabelecer um vínculo mais direto entre evolução e moral, e é ela que levanta questões mais polêmicas. De qualquer modo, é mais ou menos unânime entre os evolucionistas, a aceitação de que o processo de evolução cultural foi acompanhado da diminuição do papel da evolução biológica para a espécie humana. Porém, é também inegável, para qualquer forma de naturalismo evolucionista, que a possibilidade da cultura mesma estava assentada no processo evolutivo biológico da espécie e que, por isso, embora haja ruptura, ela não é total.

ACONCEPÇÃO DE MORAL SUBJACENTE À TESE EVOLUCIONISTA

Não havendo apenas uma forma de associar moral e evolução, apresentaremos duas concepções que divergem exatamente com relação à natureza da influência da evolução sobre o comportamento moral.

Consideramos, primeiramente, a hipótese de que a história evolutiva da espécie levou ao desenvolvimento de características que permitiram o aparecimento do comportamento moral. Nesse caso, a moral seria um efeito da evolução, estando indiretamente associada à biologia e diretamente ligada à cultura. As normas morais seriam, então, exclusivamente, produto da cultura. A outra interpretação pretende que o comportamento moral seja o desenvolvimento diferenciado do comportamento social animal, encontrando suas raízes no altruísmo biológico. Nesse caso, a evolução responderia diretamente pela existência da moral e pelo conteúdo de algumas normas e, mesmo que a cultura fosse a condição plena dessa manifestação, não responderia sozinha pela moral que seria produto de nossa biologia em interação com nossa cultura.

A primeira hipótese é defendida, por exemplo, por Francisco Ayala (1987), para quem o comportamento moral presente na espécie humana é consequência do desenvolvimento da autoconsciência e do pensamento abstrato, originados biologicamente. Essas capacidades seriam fruto do processo evolutivo específico da espécie, mas em nada poderiam influir no que julgamos moralmente bom ou condenável. O aspecto substantivo da moral seria função estrita da evolução cultural. Ayala (1987) não recusa a existência de predisposições biológicas na espécie humana, como há em outras espécies animais, mas crê que não há como estabelecer um vínculo direto entre elas e o

comportamento moral, devido ao grande número de casos em que os princípios morais se confrontam com essas predisposições, chegando a ponto de se elegerem, como morais, comportamentos que não favoreçam nem a reprodução nem a sobrevivência dos indivíduos.² É verdade, porém, que uma inversão total das nossas predisposições não seria possível, pois teria como resultado o próprio desaparecimento da espécie, mas esse seria apenas o limite último e não poderia contar a favor da tese que procura apoiar o aspecto substantivo da moral na biologia.

Ayala (1987) assinala três características necessárias e que juntas seriam suficientes para explicar a existência do comportamento moral. A primeira é a habilidade para antecipar conseqüências das ações e estaria relacionada com o raciocínio meio-fim; a segunda é a habilidade de avaliar, ou seja, perceber que certas coisas e certos feitos são mais desejáveis do que outros e, por fim, a habilidade de escolher entre alternativas dadas, tendo em vista suas conseqüências. Essas características seriam tudo o que o biólogo poderia fornecer para a compreensão do comportamento moral, dando conta de sua possibilidade, mas não podendo influir na determinação das normas. Além disso, como essas condições só se realizariam plenamente na espécie humana, não haveria moral nos animais.

A outra tese afirma o contrário e vai sustentar que a moral está enraizada na nossa biologia, vinculada ao comportamento social animal, respondendo não apenas pelo aparecimento de uma inovação na forma de cooperação animal, mas tendo também um papel importante no aspecto substantivo da moral. Ela está bem sintetizada em *Evolutionary ethics: a phoenix arisen*, artigo do Michael Ruse (1995a) que inicia dizendo ser o homem um animal modificado, cujo comportamento tem raiz no comportamento animal. Relaciona-se o comportamento humano com o comportamento cooperativo animal, associado principalmente às aves e aos mamíferos e que tem sido abordado por muitos estudiosos a partir do jogo do altruísmo/egoísmo entre os indivíduos de várias espécies que vivem em sociedade. Afirma-se, então, que a moral pode ser uma via em que foi dar o altruísmo animal.

Para não causar dúvidas, seguiremos a definição de altruísmo e de egoísmo de Dawkins: “Uma entidade, tal como o babuíno, é dita altruísta se ela

² Ayala considera importante distinguir entre a tese de que “as normas da moralidade estão assentadas na evolução da espécie” e a tese de que “a evolução nos predispõe a aceitar certas normas morais”. A primeira estabelece uma relação entre evolução e moral, mas nega sua influência direta sobre as normas, enquanto que a segunda, defendida pelos sociobiólogos, sustenta que certos comportamentos como o tabu do incesto, a condenação do adultério, entre outros, são oriundos da seleção sexual e do altruísmo recíproco (Ayala, 1987, p. 246).

se comporta de maneira a aumentar o bem-estar de outra entidade semelhante à sua própria custa. O comportamento egoísta tem exatamente o efeito contrário” (Dawkins, 1989, p. 24). Segue ele dizendo que bem-estar é definido como ‘chances de sobrevivência’ e ‘sucesso reprodutivo’. Essa definição é bastante diferente da que costumamos utilizar para pensar o altruísmo e o egoísmo humano, pois não leva em consideração o motivo ou a intenção, mas apenas o efeito da ação.³ Os indivíduos não precisam ter consciência da ação para se comportar de forma egoísta ou altruísta e, nesse sentido, são destituídos de subjetividade e de moralidade. No entanto, para muitos evolucionistas, o conflito e a cooperação, bem como seus efeitos, estão na base dos comportamentos sociais de todos os animais. Sem alguma espécie de altruísmo não se estabeleceriam laços sociais e é isso o que nos diz Ruse: “O altruísmo é, obviamente, a condição *sine qua non* do comportamento social; de fato, pode-se dizer que, num certo sentido, ele é parte daquilo que definimos como comportamento social” (Ruse, 1983, p. 53).

Há dois tipos de altruísmo animal: o de parentesco e o recíproco. O primeiro se caracteriza pela cooperação existente entre seres que compartilham genes, em que o prejuízo de um indivíduo é muitas vezes recompensado (geneticamente) pela proteção de seus parentes diretos ou indiretos. Esse tipo de altruísmo explica, por exemplo, o cuidado que os animais têm com sua prole, cuidado que pode ter um custo relativamente alto, mas compensado, no final, ao menos geneticamente. O que caracteriza tal comportamento é que não há expectativa de retorno na cooperação, não há troca; esse é, por exemplo, o único altruísmo presente em sociedades de insetos, mas evidentemente se estende por todo reino animal, incluindo a espécie humana.

O segundo é o altruísmo recíproco que diz respeito à existência de cooperação entre indivíduos de uma mesma população sem haver compartilhamento de genes. Esse tipo de relação social é mais frágil, uma vez que depende da relação de confiança estabelecida entre os indivíduos. Compartilhar alimento, trocar alimento por limpeza, defender e proteger companheiros são alguns dentre os muitos exemplos que o estudo dos animais apresenta. Essa relação cooperativa pode ser bem estreita entre indivíduos que convivem proximamente e que, por isso, são mais cooperativos uns com os outros, ou pode ser mais indireta, quando se coopera na espera de que o outro assim se

³ Ao assinalar que as definições de altruísmo e egoísmo são comportamentais e não subjetivas, Dawkins observa que não importa a psicologia dos motivos, pois o que conta é o efeito do ato: “Minha definição relaciona-se apenas com se o efeito de um ato é diminuir o aumentar as expectativas de sobrevivência do suposto altruísta e as expectativas de sobrevivência do suposto beneficiado” (Dawkins, 1989, p. 24).

comporte em um momento de necessidade. O altruísmo recíproco requer sempre retorno na cooperação, é uma troca e, por isso, distinto do altruísmo de parentesco, mas ambos estariam presentes na espécie humana como nos outros animais.⁴

Certamente, a moral não pode ser concebida como um comportamento explicado pelo altruísmo, seja o de parentesco, seja o recíproco. A questão é saber se ela seria uma terceira forma de cooperação presente apenas nos humanos, ou se seria, como muitos filósofos pensam independente do processo evolutivo da espécie.

Para alguns evolucionistas, esse comportamento só se teria desenvolvido por apresentar benefícios adaptativos para a espécie em termos de cooperação.⁵ O comportamento moral seria fruto do desenvolvimento de uma linha evolutiva que teria como contraponto o comportamento rígido das sociedades de insetos com muito pouca flexibilidade para responder às alterações externas. Ele estaria baseado em um sentimento de obrigação, de dever que não nos determinaria, mas nos inclinaria fortemente a agir segundo regras. Nossas disposições mentais nos levariam em geral a reconhecer e seguir certas normas de comportamento, porque nos sentiríamos obrigados a fazê-lo. É importante ressaltar que, segundo essa perspectiva, tal comportamento teria, na sua origem, caráter adaptativo, ou seja, ter-se-ia mostrado vantajoso em termos de sobrevivência e reprodução, assim como nossos dentes e pés. E embora não possa ser assimilado inteiramente nem ao altruísmo de parentesco nem ao recíproco, ele seria considerado como uma forma altamente eficaz de manter a cooperação e a confiança entre os indivíduos de um grupo, pois estabeleceria um vínculo entre eles não sustentado apenas por uma ‘transação indivíduo-indivíduo’. Ele estaria fundado em um sentimento do que deve ser feito, do que é certo ser feito, ganhando certa autonomia em relação à troca mais ou menos imediata e limitada do altruísmo recíproco. A moralidade não garantiria a reciprocidade imediata, mas jogaria essa expectativa para o coletivo.

⁴ Alexander distingue o esforço somático direto que é o esforço individual para sobreviver e alcançar o bem-estar do esforço indireto que envolve a participação de outro indivíduo. Esse se divide em esforço relacionado com o nepotismo, que é fenotipicamente altruísta e geneticamente egoísta, equivalendo ao altruísmo de parentesco, e em esforço indireto recíproco que, por sua vez, também pode ser direto ou indireto. É direto quando o retorno do investimento individual vem do mesmo indivíduo beneficiado e é indireto quando vem de outros indivíduos. Para o autor, é a partir desse último que se teria desenvolvido o comportamento moral (Alexander, 1995, p. 188).

⁵ “O favorecimento do altruísmo indiscriminado e a aceitação geral de seus efeitos benéficos resultam em uma sociedade com grande unidade social” (Alexander, 1995, p. 192).

O PROBLEMA DO OBJETIVISMO

A concepção da moral baseada no evolucionismo considera a moral um comportamento que evoluiu ao longo de alguns milhares de anos como uma forma especial de estabelecer vínculos sociais de cooperação. Segundo Luc Ferry, o evolucionismo apresenta a mais séria tese contra a filosofia da liberdade, exatamente por negar a ruptura entre o reino da liberdade e o da natureza. Consequentemente, a tese do evolucionismo levaria à eliminação da própria normatividade, tornando a moral uma ilusão. “[...] se quisermos ser materialistas coerentes, é preciso termos consciência de que essa posição filosófica é, por um lado, incompatível com a idéia de uma ética normativa não ilusória [...]” (Ferry & Vicent, 2000, p. 90). Porém, parece-nos que apenas quando o domínio da natureza é pensado como sinônimo de determinismo que se torna necessário estabelecer outro reino que transcenda o natural para se dar conta das ações morais. Talvez seja uma importante contribuição do pensamento evolucionista da vida considerar que a própria indeterminação da ação possa ter sido produzida pela natureza mesma, não sendo, por isso, contrária a ela. A concepção evolucionista não propõe necessariamente reduzir o normativo ao descritivo, as normas morais às tendências e inclinações da espécie e, embora afirme o vínculo entre tais instâncias, ele pode ser pensado como relativamente fraco, não resultando no determinismo biológico. Gould, por exemplo, chama a atenção para esse aspecto específico da evolução da espécie humana: “a flexibilidade pode bem ser o determinante mais importante da consciência humana; a programação direta do comportamento provavelmente se tornou não adaptativa” (Gould, 1999, p. 255). O determinismo seria característico apenas dos comportamentos comandados por respostas pré-estabelecidas e o comportamento humano teria evoluído no sentido contrário.

Mesmo considerando que a concepção evolucionista da moral não propõe, necessariamente, reduzir o normativo ao descritivo, o que realmente resultaria na eliminação da própria normatividade; ela tem, no entanto, de enfrentar outros problemas filosóficos próximos que decorrem de sua posição. Por exemplo, a tese evolucionista parece implicar a negação da ruptura, ao menos total, entre fato e valor. Essa posição tem exigido dos evolucionistas uma dedicação razoável ao problema da falácia naturalista. Ruse procura evitar a negação da distinção entre ser e dever ser, mas tem de admitir que a tese evolucionista transpõe, ao menos parcialmente, esse abismo. Ela explica o processo que gerou a transição de um para o outro, dando conta do aparecimento do comportamento moral, mas defende que esse fato não significaria que o dever-ser se reduza ao ser, já que sua especificidade não seria negada (Ruse, 1995b, p. 120).

Outro problema que deve ser enfrentado pelos evolucionistas é o da determinação do estatuto da norma moral. É preciso se esclarecer se há ou não algum fundamento objetivo para as normas morais. A base objetiva da moral é estabelecida quando encontramos algum suporte, seja empírico, seja racional, para justificar a universalidade das normas consideradas válidas. Para isso, é necessário tornar o fundamento das normas independente dos fatores contingentes da vida dos indivíduos. Edward Wilson, por exemplo, propõe uma base empírica e objetiva para a moral ao afirmar que quanto mais consiliente com as ciências naturais for o raciocínio moral, tanto mais esclarecida será sua natureza. “O indivíduo é visto como biologicamente predisposto a fazer certas escolhas. Por evolução cultural, algumas dessas escolhas são solidificadas em preceitos, depois leis e, se a predisposição ou coerção for forte o suficiente, uma crença no mandamento de Deus ou na ordem natural do universo” (Wilson, 1999, p. 241). É difícil não ver nesse trecho uma concepção que se aproxima do determinismo biológico, já que a predisposição passa diretamente para a expressão normativa, mesmo que o autor afirme em outro trecho que os genes não possam especificar as convenções elaboradas (Wilson, 1999, p. 159).

Em sentido contrário ao empirismo científico de Wilson, o objetivismo moral pode encontrar o embasamento para suas normas na razão. Entende-se que ter um fundamento estritamente racional significa poder ser originado a partir de princípios cuja validação não tem origem na experiência, sendo, por isso, princípios *a priori*. Além disso, as normas que não são validadas pela experiência tampouco podem ser refutadas por essa. Portanto, mesmo que não houvesse um só caso empírico em que certa norma racionalmente válida estivesse sendo praticada, isso não a invalidaria. Essa perspectiva não recusa necessariamente a tese evolucionista da moral, desde que se mantenha bem separado a questão da origem e a questão da validade. Porém, se mantivermos em separado tais domínios, a consequência é que qualquer informação de natureza empírica, tal como a advinda da concepção evolucionista, se torna irrelevante para a discussão do problema moral.⁶

⁶ Essa posição pode ser ilustrada pela passagem a seguir que expõe brevemente a concepção advinda da tradição kantiana: “Na ética kantiana tradicional, os valores morais são objetivos somente se não dependerem de alguma estrutura motivacional particular. A justificação da moralidade, desse ponto de vista, pode seguramente ignorar fatos sobre a motivação e o desejo humano, embora esses se tornem relevantes, é claro, para ajuizamento do valor moral de atos particulares. No entanto, nem os valores morais fundamentais nem sua força moral são dependentes de fatos particulares do mundo humano. Criaturas racionais são, supostamente, aptas a serem persuadidas a agir moralmente apenas pela razão, não importando quais possam ser seus desejos. Os comandos morais são, então, assegurados por comandos de razão pura, que é a fonte presumida de razões objetivas para a ação de qualquer criatura com capacidade para o pensamento racional” (Collier & Stingl, 1995, p. 409).

Até certo ponto, é dentro dessa linha que vai o pensamento de Nagel (1998) que acredita que a biologia, na verdade, não tem nada de importante para nos dizer sobre a moralidade. Para ele, ela só nos pode fornecer informações sobre as motivações iniciais do nosso comportamento, mas, a rigor, a moral não seria um comportamento e, sim, uma realidade teórica, racional, porque inclui crítica, justificação, aceitação e rejeição. Na verdade, para Nagel, a questão moral só começa a existir de fato quando transcende esse começo. Por um lado, o relato evolucionista não seria relevante para a compreensão da moral; por outro, ele seria até prejudicial, já que enfraquece a confiança que temos na razão. “Sem algo mais, a idéia de que nossa capacidade racional é produto da seleção natural tornaria a razão muito menos útil e confiável do que Nozick sugere, para além de suas funções competitivas’.” (Nagel, 1998, p. 158). Em tal sentido, ele considera que, se quisermos salvar nossa confiança na razão, teremos de encontrar justificações que fossem independentes das explicações evolucionistas. Seria necessário haver uma base independente para justificar as crenças que temos na validade das normas. O problema com a concepção evolucionista é que ela ameaçaria a necessidade das normas, tornando-as contingentes. Além disso, uma explicação evolucionista parece retirar o solo objetivo da moral, tornando-a subjetivista. Por isso, haveria uma contraposição entre a hipótese evolucionista e a hipótese racionalista. Elas, na realidade, não se complementariam, mas estariam em competição, porque a razão se guiaria por princípios não empíricos.⁷ Concordamos com Nagel quando diz que não é possível reduzir o problema da moral ao problema de comportamento. Nesse caso, ela seria objeto da etologia e teria pouca importância filosófica, mas não concordamos quando opõe a questão comportamental à questão teórica. Ao colocar de um lado a moral como comportamento determinado por respostas emocionais e, de outro lado, a moral como “investigação teórica que pode ser abordada por meios racionais, tendo padrões internos de justificação e crítica”, Nagel não só torna o evolucionismo irrelevante, como nos obriga a escolher entre as duas possibilidades: a empírica ou a racional.

EMPIRISMO E RACIONALISMO

O empirismo e o racionalismo constituem alternativas extremas que devem ser evitadas, na medida em que, para o primeiro, a questão moral

⁷ Nagel considera que o evolucionismo compete com o racionalismo e, nesse sentido, ameaça a fundamentação dos nossos processos cognitivos e práticos: “A menos que seja acoplada a uma base *independente* de confiança na razão, a hipótese evolucionista é mais ameaçadora do que tranquilizadora” (Nagel, 1998, 158).

praticamente se reduz a uma questão de comportamento, tornando-se principalmente uma questão interna às ciências naturais, minimizando-se ou até anulando o papel da filosofia e, para o segundo; ao contrário, a informação advinda das ciências naturais, como o evolucionismo, não é levada em conta, sendo a questão da natureza da moral um problema estritamente filosófico.

A concepção evolucionista da moral é uma teoria que tem base nas ciências naturais, mas com implicações filosóficas. Em tal sentido, ela promove a interação entre dois domínios da atividade cognitiva humana, o empírico e o racional, e não sua oposição. A concepção de origem evolutiva da moral considera a moral como um comportamento que evoluiu ao longo de milhares de anos como forma única de estabelecer vínculos sociais de cooperação.

Segundo Ruse (1995a, 1995b), a moral é relativa à espécie humana e, por conseqüência, subjetiva. Não há fundamento estritamente racional, ou seja, *a priori*, para a moral, o que não implica que a moral seja irracional. De acordo com essa perspectiva, a moralidade está assentada, primeiramente, nos sentimentos de obrigação, culpa, orgulho, compaixão, entre outros e, desse modo, o evolucionismo procura explicar a origem da moral, mas não lhe poderia fornecer fundamento. Entende-se por explicação as respostas dadas às perguntas do tipo: como e por que certo tipo de evento ocorre. Explicações limitam-se a nos fornecer as circunstâncias da emergência de certo evento. Além disso, ao afirmar que a moral pode ser explicada pelo evolucionismo, fornecemos para ela uma origem contingente e, com isso, esvaziamos o projeto de encontrar uma justificação que nos forneça razões necessárias para que as nossas normas sejam do jeito que são. De certa forma, é isso que faz com que Nagel veja no evolucionismo uma ameaça na confiança que depositamos na razão.

De fato, se é possível erigir a universalidade das normas morais pelo recurso exclusivo da razão, é indiferente que sua origem tenha sido evolutiva, pois ela seria independente dos fatores contingentes associados à formação da nossa espécie e das suas competências específicas. É verdade que pela simples via da explicação não é possível fundamentar os valores e as normas morais, determinando, assim, quais deveriam valer para todos os membros da espécie; no entanto, segundo a perspectiva evolutiva, é possível encontrar a base comum, sob a qual a moralidade se assenta, justificando seu caráter universal. Essa base comum seria definida pelas disposições biológicas da espécie.

Essa perspectiva está mais próxima do empirismo do que do racionalismo, pois as disposições da espécie estão relacionadas com sentimentos, desejos e emoções. Porém, em seu artigo: *How a Kantian can accept evolutionary metaethics*, Rauschen (1997) defende que uma tese cognitivista não é incompatível com o evolucionismo, desde que os mecanismos fenotípicos

primários não fossem constituídos apenas por disposições emocionais, mas por uma espécie de comando inato, ou seja, uma forma originária de imperativo categórico. Segundo Rauschen, o problema da contraposição entre a tese evolucionista e o racionalismo é a exigência que esse último faz da separação entre o domínio da validade e o da gênese, resultando numa autonomia total da razão para determinar o que é correto e o que não é. Esse problema só seria superado, se o mecanismo fenotípico primário fosse um comando, porque as nossas crenças morais seriam julgadas válidas ou inválidas segundo o seu acordo com o comando.⁸ O maior problema com essa perspectiva é que não há ainda nenhuma evidência empírica a favor da existência desse comando inato, enquanto que as disposições emocionais da espécie são evidentes.

A consequência de compreendermos as disposições emocionais da espécie como a base comum para a moral é que a moral passa a ser melhor caracterizada numa concepção subjetivista do que objetivista. Ruse, por exemplo, justifica essa posição, afirmando que os valores e normas morais formam sistemas de crenças criados pelos homens. “A moralidade não tem significação nem justificação fora do contexto humano. A moral é subjetiva” (Ruse, 1995b, p. 321). O problema é que Ruse também admite que a moral não pode ser puramente subjetiva, pois a negação do objetivismo moral destruiria a efetividade da moral, simplesmente porque ela deixaria de funcionar.

Não havendo nenhum critério externo pelo qual possamos julgar e ser julgados em assuntos morais, não há aparentemente meio de escaparmos da relatividade das inclinações individuais. Eu poderia estabelecer todo tipo de regra ou de exigência, mas a verdade é que, em última análise, a ética parece ter perdido sua essência primordial e sua *raison d'être* (Ruse, 1995b, p. 278).

A tese de Ruse é a de que a moralidade só funciona quando associamos aos valores a objetividade. A perda da objetividade da moral seria, na realidade, sua morte, porque a moral é crença em valores, é a confiança que depositamos no valor desses valores que reconhecemos como bons e que esperamos que os outros também os reconheçam. A crença nos valores seria comparável, nesse aspecto, com a crença em Deus ou a crença na realidade exterior. Ambos também não se sustentam quando perdem a objetividade. Assim, a compreensão evolutiva da moral não lhe roubaria a eficácia, pelo simples fato de que ‘objetivamos’ necessariamente as regras morais.

⁸ Para manter sua concepção evolucionista de moral, Rauschen acredita ser necessário aceitar, mas também rejeitar parte da meta-ética kantiana. “Enquanto teoria meta-ética de Kant, retém muito da própria meta-ética de Kant, rejeitando apenas as teses relacionadas com o idealismo transcendental, incluindo a validade *a priori* absoluta a lei moral” (Rauschen, 1997, p. 324).

As normas morais se objetivizam, embora essa objetividade seja, de fato, ilusória. Tratar-se-ia de uma ilusão coletiva, social, porém necessária para que as normas funcionem. Para Ruse, não poderíamos escolher entre crer ou não crer na objetividade das normas, mesmo considerando que não há nenhuma fundamentação para ela. Com essa tese, Ruse procura evitar o relativismo moral, porém, ele termina confrontando-se com outros problemas. Sua tese pode ser criticada por resultar ou no abolicionismo da moral ou mesmo numa forma de irracionalismo. O problema é que se a moral é crença em normas e valores considerados bons, ao torná-las ilusórias é suposto que não crêssemos mais nelas. Nesse sentido, seria absurdo ou irracional crermos como objetivos, valores ou normas que sabemos ilusórios. E se, por exemplo, tais valores e normas contradizem os nossos interesses, é de se supor também que esses terminem por falar mais alto do que aqueles. Não há como evitar que essa concepção não resulte no enfraquecimento ou até na eliminação da moral e de seu poder de conduzir as ações humanas.

Em seu artigo *Darwinian Ethics and Error*, Joyce (2000) procura defender a tese de Ruse, ou seja, defender a tese evolucionista e seu conseqüente subjetivismo, argumentando que seria possível que o discurso moral tivesse um papel importante, ainda que as normas morais fossem ilusórias. Essa defesa só se torna viável a partir de uma perspectiva utilitarista. A moral teria sido uma aquisição vantajosa na evolução dos procedimentos de cooperação animal e ainda continuaria a ser de algum modo vantajosa; por isso, mesmo sabendo-a ilusória, ela seria conservada. Do ponto de vista coletivo, ela reforçaria os laços de confiança entre os indivíduos, resultando em benefício social. Por outro lado, não cooperar envolveria risco e custo. A falta de cooperação, moral ou não, pode apresentar vantagem imediata, mas, caso seja descoberta, acarreta, geralmente, perda de confiança, de amizade e até exclusão ou isolamento. Do ponto de vista utilitário, ao contrário do que pode parecer à primeira vista, há mais vantagem na ação não-egoísta do que na ação egoísta. Desse modo, poderíamos, mesmo sem crer na objetividade da moral, continuar agindo moralmente. Isso não seria irracional, porque teríamos boas razões para agir assim.

A posição de Joyce parece muito interessante, porém apresenta algumas insuficiências por estar baseada ou no medo e no custo de se romper com as normas ou na pura vantagem evolutiva da existência do comportamento moral. No primeiro caso, o caráter moral da ação é fraco, pois agir de forma a evitar um dano ou agir de forma a receber uma vantagem a partir da ação não caracteriza, em geral, a ação moral, que é agir por se achar correto fazê-lo. No segundo caso, o problema está em que não é possível apelar-se para a vantagem evolutiva da moral como forma de justificar a ação moral hoje. A

vantagem evolutiva seria uma explicação, mas não poderia funcionar como justificação. Se a moral é útil, apesar de ser uma ficção, por ter um importante papel na regulação das relações interpessoais, ela demanda uma justificação para sua existência que ultrapasse a explicação evolutiva.

Nagel tem razão quando diz que a importância da biologia vai ser decidida em função do que compreendemos por moral. Se entendermos moral como um comportamento determinado por respostas de natureza emocional, então, a biologia tem muito a nos dizer; porém, se considerarmos a moral como ‘investigação teórica’, a biologia tem pouco a nos fornecer. Sob certos aspectos, estamos revivendo o velho debate entre racionalistas e empiristas. De um lado, os que fundam a moral nos sentimentos e só reconhecem para ela explicação e, de outro lado, os que crêem que a moral é uma questão teórica e, portanto, objeto de justificação racional. Nesse sentido, o problema com a concepção evolucionista da moral aparece quando se considera que a moral nada mais é do que crença em valores e normas, sustentadas, no fundo, apenas pelas inclinações da espécie, tendo-se, com isso, minimizado ou até anulado o papel da reflexão. Mesmo que o evolucionismo consiga mostrar, através de recursos teóricos e empíricos, que a biologia é relevante para a compreensão do comportamento moral humano, ela não é, por certo, suficiente.

É bastante razoável considerar-se que a moralidade possa ter origem evolutiva, estando, por isso, assentada nos sentimentos que estabelecem atitudes de aprovação e de reprovação com relação às ações dos indivíduos, mas não há dúvida que as ações morais, por se expressarem em juízos, estão também sujeitas à crítica e à justificação. A justificação visa a fornecer razões a favor de determinadas normas, estabelecendo a razão da crença. Ela vem ganhando maior importância no ambiente cultural em que vivemos, em que há uma diminuição de credibilidade no fundamento religioso e de autoridade, e se investe mais na racionalidade como meio de justificação. No entanto, o tipo de argumentação racional estaria limitado a uma justificação perante o outro, sendo fonte de persuasão e acordo, mas também de desacordo e ruptura. Não podemos, de modo nenhum, se coerentes formos com a tese evolucionista, esperar alcançar justificação última para os valores, pois a argumentação pressupõe sempre um solo primeiro, em que os valores e as normas foram estabelecidos espontaneamente pelo grupo. Não se trata de afirmar a equivalência, mas de reconhecer a prioridade da espontaneidade e da criação de todos os valores. Se os valores e as normas apresentam ou não influência direta da biologia da espécie, isso será decidido a partir dos estudos empíricos, mas mesmo que o façam, isso não quer dizer que tenhamos de acatá-los por essa razão.

Há uma realidade própria relativa aos valores e às normas que faz de sua aceitação, reconhecimento e manutenção uma questão com relativa autonomia, mostrando que as normas não são redutíveis às suas influências, por mais importantes que essas sejam. Não podemos esquecer que não raras vezes valorizamos comportamentos que são contrários às inclinações e tendências. Portanto, a universalidade que se pode alcançar, por meio da crítica e da argumentação, embora não se estabeleça de forma *a priori*, também não se reduz à universalidade das emoções. É por meio do processo de discussão, convencimento e adesão que ela se constitui, pois não podemos pretender, a princípio, estar de posse de valores com validade universal e ganhar com isso o direito de impô-los. Essa validade, se é possível, deve ser construída a partir das particularidades dos comportamentos e da diversidade de valores que caracterizam a prática humana.

Então, considerar que há para a moral uma dimensão teórica não implica necessariamente negar a tese do evolucionismo, apenas indica que a dimensão teórica não se deve descolar da dimensão comportamental emocional, pois é como comportamento que ela se teria iniciado e é, na verdade, como comportamento que ela se finaliza. Seria também equivocados, a nosso ver, pretender colocar a importância dos sentimentos e das tendências apenas no início do comportamento moral, como se fosse possível, posteriormente, eliminá-los e seguir a via estritamente racional. Em nenhum momento da vida abandonamos nossas motivações emocionais; os sentidos de dever, de aprovação e de rejeição são, por natureza, disposições emocionais que acompanham nossas avaliações. De fato, a perspectiva de Nagel acaba tornando irrelevantes, para a moral, todas as disposições emocionais da espécie, quando diz: “a biologia pode dizer algo sobre o ponto de partida motivacional e perceptivo, mas no presente estado tem pouca conexão com o processo de pensamento pelo qual esses pontos de partida foram transcendidos” (Nagel, 1985, p. 146). Porém, acreditamos que a consideração do evolucionismo na reflexão sobre a moralidade talvez possa cooperar para a superação filosófica da oposição entre racionalismo e empirismo e a correspondente oposição entre razão e sentimento, contribuindo para o estabelecimento de uma outra compreensão da moral. Por um lado, ela não pode negar o processo de universalização, intrínseco à própria natureza das normas morais; mas, por outro lado, não havendo base objetiva para o universalismo, ele tem e terá sempre um caráter precário, sendo dependente da criação e do acolhimento dos valores pelas instâncias particulares, cuja natureza é heterogênea. A tarefa do evolucionismo parece ser a de explicar os possíveis vínculos existentes entre a evolução biológica e a evolução cultural, relacionando as disposições emocionais da espécie com os processos de avaliação, seleção e crítica dos valores, mas não seria seu papel dizer-nos como agir.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, R. D. A biological interpretation of moral systems. In: THOMPSON, P. (ed.) *Issues in evolutionary ethics*, New York: State Univ. New York Press, 1995, p.179-202.
- AYALA, F. The biological roots of morality. *Biology and Philosophy*, Netherlands, v. 2, n. 2, p. 235-252, 1987.
- COLLIER, J. & STIGL, M. Evolutionary naturalism and the objectivity of morality. In: THOMPSON, P. (ed.) *Issues in evolutionary ethics*, New York: State Univ. New York Press, 1995, p.409-429.
- DAWKINS, R. *O gene egoísta*. Belo Horizonte: Itatiaia, 1989.
- FERRY, L. & VICENT, J-D. *Qu'est-ce que l'homme? Sur les fondamentaux de la biologie et de la philosophie*. Paris: Odile Jacob, 2000.
- FOLEY, R. *Apenas mais uma espécie única*. São Paulo: EDUSP, 1993.
- GOULD, S. J. *Darwin e os grandes enigmas da vida*. São Paulo: Martins Fontes, 1999.
- JOYCE, R. Darwinian ethics and error. *Biology and philosophy*, Netherlands, v. 15, n.5, p. 713–732, 2000.
- NAGEL, T. *A última palavra*. São Paulo: UNESP, 1998.
- . *Mortal questions*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1985.
- RAUSCHEN, F. How a kantian can accept evolutionary metaethics. *Biology and Philosophy*, Netherlands, v. 12, n. 3, p. 303-326, 1997.
- RUSE, M. Evolutionary ethics: a phoenix arisen. In: THOMPSON, P. (ed.) *Issues in evolutionary ethics*. New York: State Univ. New York Press, 1995a, p. 225-247.
- . *Levando Darwin a sério*, Belo Horizonte: Itatiaia, 1995b.
- . *Sociobiologia: senso ou contra-senso?* São Paulo: Itatiaia, 1983.
- SALZANO, F. *Biologia, cultura e evolução*. Porto Alegre: ed. UFRGS, 1993.
- WILSON, E. *Da natureza humana*. São Paulo: T.ª Queiroz/ ed. USP, 1981.
- . *Consiliência. A unidade do conhecimento*. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

EXPERIMENTOS EN BIOLOGÍA EVOLUTIVA: ¿QUÉ TIENEN ELLOS QUE LOS OTROS NO TENGAN?*

Gustavo Caponi**

RESUMEN

Asumiendo y profundizando la distinción entre Biología Funcional y Biología Evolutiva conforme ha sido propuesta por Ernst Mayr y François Jacob, comparamos la naturaleza de los procedimientos experimentales que se realizan en uno y otro dominio de las ciencias de la vida. En vistas a esto, introducimos ciertas precisiones sobre las nociones de *observación* y *experimento* e intentamos elucidar los presupuestos sobre los que se apoya la experimentación en biología funcional. A continuación, presentamos los fundamentos y las particularidades de los procedimientos experimentales desarrollados en el contexto de ese capítulo de la biología evolutiva que es la genética de poblaciones, y analizamos las peculiaridades de las variables sobre la que estos se ejercen. Esto nos permite mostrar la diferencia radical que existe entre operar sobre variables poblacionales y operar sobre variables fisiológicas.

Palabras claves: Biología funcional, biología evolutiva, experimentos fisiológicos, experimentos poblacionales, Filosofía de la Biología.

EXPERIMENTS IN EVOLUTIVE BIOLOGY WHAT DO THEY HAVE THAT OTHERS MISS?

In this article we compare the nature of the experimental procedures that are carried out in different areas of biology. This is done by accepting and deepening the distinction between *Functional* and *Evolutionary Biology* as it is argued for by Ernst Mayr and François Jacob. Keeping this in mind, we introduce some remarks on the notions of *observation* and *experiment* and

* Este artículo guarda una estrecha continuidad con trabajos que hemos publicado en los números 12 y 14 de *Episteme* (Caponi, 2001a y 2002a). Como, pese a ello, lo hemos redactado de forma tal que pueda ser leído como un escrito independientemente, nos vimos obligados a reiterar el tratamiento de algunos de los temas analizados en esos otros artículos.

** Professor adjunto do Departamento de Filosofia da Universidade Federal de Santa Catarina; pesquisador do CNPq. E-mail: caponi@cfh.ufsc.br.

try to clear up the presuppositions on the basis of which experimentation in *Functional Biology* rest. In the wake of it, we show the foundations and the main aspects of those experimental procedures that are developed in the context of that chapter of *Evolutive Biology* called *Genetics of Populations* and analyze the peculiarities of the variables by which those experiments are carried out. This allows us to show the radical difference between working on population and physiological variables.

Key words: Functional biology, evolutive biology, physiological experiments, populational experiments, Philosophy of Biology.

PRESENTACIÓN

La biología evolutiva no es en su mayor parte, lo sabemos, una ciencia de laboratorio. A diferencia de lo que ocurre con la fisiología, con la biología del desarrollo y con la biología molecular, capítulos todos ellos de la biología funcional, la biología evolutiva sólo puede recurrir a procedimientos experimentales de un modo restringido y en contextos muy específicos. Con todo, esos experimentos existen y poseen peculiaridades que, distinguiéndolos de aquellos que ocurren en otras áreas de la biología, pueden también permitirnos entender las diferencias que existen entre esos dominios de investigación y la biología evolutiva.

No cabe negar, claro, cierta solidaridad profunda entre la biología evolutiva y la biología de los naturalistas: Darwin y sus seguidores inmediatos fueron naturalistas; y hay razones epistemológicas de peso para que esto haya sido así. Tampoco puede pasarse por alto el hecho de que la biología funcional haya sido, fundamentalmente, una biología de laboratorio. Y es en el contexto de ese cuadro de situación que deben entenderse las reticencias y resistencias que el modo darwinista de pensar siempre despertó entre los biólogos funcionales (Caponi, 2001a, p.27 y ss.). Pero, una cosa es reconocer esa innegable y relevante vinculación entre, por un lado, la tradición experimental y la biología funcional y, por otro lado, entre la tradición naturalista y la biología evolutiva; y otra cosa totalmente diferente es desconsiderar que, en este último dominio, sea posible y pertinente la aplicación, aún con ciertas limitaciones, de procedimientos experimentales.

De hecho, una comparación entre aquellos procedimientos experimentales disponibles en biología funcional y aquellos otros a los cuales se apela en algunos campos de biología evolutiva, sobretudo en el campo de la genética de poblaciones, puede servirnos para profundizar y precisar el contraste entre

ambos dominios disciplinares propuesto por Ernst Mayr y subscripto por François Jacob. Así, en lugar de limitarnos a reconocer, como estos autores de hecho hacen, que la biología evolutiva, aún siendo preponderantemente una ciencia observacional, ha podido, aquí y allá, de un modo más o menos fragmentario o riguroso, apelar a procedimientos experimentales, analizaremos esos procedimientos, y las variables sobre las que los mismos operan, para ver qué es lo que los diferencia de aquellos que pueden ser seguidos por un fisiólogo, un embriólogo o un biólogo molecular.

Estamos absolutamente persuadidos de que ese expediente nos permitirá encontrar una pauta para trazar con mayor nitidez la línea demarcatoria que separa esos dos grandes dominios de la investigación biológica que son la biología funcional y la biología evolutiva. Demarcación que jamás debe solaparse, como en algunos momentos Mayr y Jacob parecen hacerlo, con la demarcación entre biología experimental y biología observacional.

LAS DOS BIOLOGÍAS

Muchos autores han llamado la atención sobre los contrastes existentes entre la biología experimental de los laboratorios, la biología de Claude Bernard y de André Lwoff, por ejemplo, y la biología observacional de campo; es decir: la biología de los naturalistas como Darwin y Niko Tinbergen (cfr. Allen, 1979; Araujo, 2001; Ricqlès, 1996; Magnus, 2000; Hagen, 1999). Otros, mientras tanto, se han demorado en las diferencias que existen entre un enfoque reduccionista de los fenómenos vivientes y un enfoque que, usando una expresión de G. Gaylord Simpson (1974, p.42), podría ser tal vez caracterizado como ‘composicionista’ (por ejemplo: Pichot, 1987; Morange, 2002).

Un tercer grupo, a su vez, ha subrayado la oposición y complementación entre preguntas relativas a *cómo* los fenómenos biológicos ocurren y preguntas relativas al *por qué* de los mismos (Por Ej.: Brandon, 1990, p.167; Sober, 1993b, p.8); y, entre ellos, hay quienes supieron señalar la vinculación existente entre esa distinción entre el *cómo* y el *por qué* de lo viviente y la distinción entre las *causas próximas* y las *causas remotas* de los fenómenos biológicos (Por Ej.: Nesse & Williams, 1996, p.7; Brewer, 1994, p.29). Pero han sido François Jacob (1973) y, sobre todo, Ernst Mayr (1988) quienes han mostrado la posibilidad y la relevancia histórico-epistemológica de articular, hasta cierto punto, estas distinciones insertándolas en el marco de una contraposición más general entre dos vastos dominios de indagación científica que, aceptando la terminología usada por este último autor, podemos llamar de *biología funcional* y *biología evolutiva*.

La primera sería aquella biología que, siguiendo procedimientos experimentales semejantes a los de la química y la física, se ocupa del estudio de las causas próximas que, actuando a nivel del organismo individual, nos explican cómo los fenómenos vitales se encadenan e integran en la constitución de esas estructuras. La segunda, mientras tanto, sería esa otra biología ocupada en indagar, recurriendo, básica pero no exclusivamente, a evidencia observacional, a métodos comparativos y a inferencias históricas, las causas remotas que, actuando a nivel de las poblaciones, nos explicarían por qué cada una de estas evolucionan o evolucionaron en el modo en qué efectivamente lo hacen y lo hicieron.

Así, en su *Lógica de lo Viviente*, Jacob (1973, p.14) alude a las dos actitudes metodológicas que, en su opinión, dan lugar a esos dos dominios fundamentales de la biología contemporánea. Una sería esa actitud integrista o evolucionista que, viendo al organismo como miembro de una población, da lugar a una biología interesada en describir y explicar las relaciones que los seres vivos mantienen entre sí y con su medio; la otra, en cambio, sería esa actitud *atomista o reduccionista* que, aún considerando al organismo como un todo individualizado, da lugar a una biología de causas inmediatas cuya meta es explicar los fenómenos vitales en términos de la interacción causal de elementos tales como órganos, tejidos, reacciones químicas y estructuras moleculares. En otros términos: la primera sería la actitud que da lugar a la biología evolutiva y la segunda sería la actitud que da lugar a la biología funcional.

Cada una de estas biologías, continúa Jacob (1973, p.16), “aspira a instaurar un orden en el mundo viviente”. En el caso de la primera, “se trata del orden por el qué se ligán los seres, se establecen las filiaciones, se diseñan las especies”; se trata, en suma, de un orden inter-orgánico. En el caso de la segunda, en cambio, se trata de un orden intra-orgánico que atañe a las estructuras, funciones y actividades por medio de las cuales se integra y se constituye el viviente individual. Puede decirse, entonces, que si una “considera a los seres vivos como elementos de un vasto sistema que engloba toda la tierra”; la otra “se interesa por el sistema que forma cada ser vivo”(Jacob, 1973, p.16). Por eso, mientras en este último caso, el biólogo analiza, normalmente, “un único individuo, un único órgano, una única célula, una única parte de la célula”(Mayr, 1998a, p.89); en el caso de la biología evolutiva o integrista, el organismo debe ser siempre considerado en función de sus relaciones con el medio y con los otros organismos (Jacob, 1973, p.14).

Pero, en nuestra opinión, el modo más adecuado de entender la diferencia que existe entre estos dos dominios de investigación es ensayar una contraposición entre los dos diferentes tipos de preguntas que, según Mayr y Jacob, los biólogos pueden plantearse en relación a cualquier fenómeno

biológico. Así, si pensamos en una estructura tan simple o elemental cómo una secuencia de ADN, llamémosla ‘gen’, cuya ocurrencia se verifique en el genoma de alguna cepa de bacterias, veremos que la misma puede suscitar dos líneas diferentes, aunque complementarias, de interrogación.

Una primera línea de interrogación podría ser aquella que suscita la pregunta por el expresión funcional de esa secuencia: querremos saber cual es la proteína codificada por ese gen; y, si damos con una respuesta para esta pregunta, podremos ir un poco más lejos y preguntarnos por cual es el *papel causal* o *función* que esa proteína tiene en el funcionamiento de cada uno de tales organismos. Si tenemos éxito en nuestro trabajo sabremos cómo es que ese gen y la proteína por él codificada intervienen y se integran en la trama de *causas próximas* que materializan la *autopoiesis* celular.

Pero supongamos que, una vez establecida tanto la función del gen, cuanto la función de “su proteína”, verificamos no sólo que el mismo presenta una alta tasa de mutación y que esas mutaciones pueden abortar la división celular impidiendo la reproducción de nuestras bacterias; sino que también verificamos que esa función es cumplida en otra cepa de bacterias de la cual nuestra cepa deriva, pero que se desarrolla en un hábitat diferente, por un gen muy semejante, pero ligeramente distinto, que no presenta ese riesgo de mutación: ¿No querríamos saber, en ese caso, el *por qué* de esa diferencia? ¿No querríamos saber *por qué* lo que se puede hacer sin correr cierto riesgo es hecho corriéndolo?

Ingresaríamos así en el estudio de las causas remotas, y lo haríamos formulando preguntas para las que no se carece de posibles respuestas. La teoría de la selección natural lleva a los biólogos a pensar que, bajo el despiadado imperio de la lucha por la existencia, no hay riesgo que se contraiga si el hecho de contraerlo no comporta alguna ventaja o no es el costo residual de haber contraído tal ventaja (Cronin, 1991, p.67); y, a partir de ahí, pueden surgir diferentes hipótesis testables. Algunas podrían apuntar, si fuese el caso, que ese gen realiza esa función a un costo energético menor que su variante más segura y que ese es todo el costo que, por su metabolismo o por los recursos disponibles en su ambiente, nuestra bacteria puede sostener.

Esa misma hipótesis, a su vez, puede tener una variante que no aluda a los recursos actualmente disponibles sino a los recursos disponibles en un hábitat primitivo que habría moldeado el metabolismo de nuestras bacterias. Otras conjeturas, sin embargo, pueden referirse a las ventajas selectivas que comportaría una alta tasa de variabilidad en bacterias condenadas a proliferar en ambientes cambiantes, aún cuando esa variabilidad suponga también la posibilidad de mutaciones letales.

En efecto, para irritación de los detractores de la fértil e inagotable imaginación darwinista, podríamos seguir elucubrando hipótesis que luego, claro, deberían ser testadas. Lo que importa ahora, sin embargo, no es discutir las dificultades y las consecuencias de esos posibles tests de las narraciones adaptacionistas, sino percibir las diferencias que existen entre las preguntas que tales historias responden y las preguntas a las que responderían los análisis funcionales del gen como los referidos en primer lugar.

O como lo explica Ernst Mayr:

Una cierta molécula tiene un papel funcional en un organismo. ¿Cómo desempeña esa función, cómo interactúa con otras moléculas, cual es su papel en el equilibrio energético de la célula etc.?...Estas preguntas representan un estudio de las causas próximas. Pero, si nos preguntamos por qué la célula contiene esa molécula, qué papel desempeñó en la historia de la vida, cómo puede haber cambiado durante la evolución, en qué y por qué difiere de moléculas homologas en otros organismos, y preguntas similares, estamos tratando con causas últimas. Mayr (1998b, p.136).

Podemos decir, por eso, que mientras las *causas próximas*, que actúan en el plano molecular, explican cómo se realiza o decodifica el programa contenido en el DNA; las *causas remotas*, que actúan en el plano poblacional, nos explican por qué el programa genético que habrá de realizarse en cada organismo individual acabó siendo del modo en que efectivamente es (Mayr: 1988, p.27; 1998b, p.137). Lo importante aquí, sin embargo, es no perder de vista que esta dualidad no sólo alcanza a fenómenos que tengan directamente que ver con la estructura molecular de los organismos: la misma puede también ser apuntada en el estudio de fenómenos biológicos mucho más complejos.

Un caso posible sería el análisis de un padrón comportamental característico de alguna especie. Así el comportamiento de ciertas aves insectívoras de zonas templadas que, en otoño, migran a regiones tropicales o subtropicales puede ser explicado como consecuencia de un proceso evolutivo de millares o millones de años vinculado con la disponibilidad de alimentos (Mayr, 1998a, p.88); y la reconstrucción de esos factores históricos nos revelará las causas remotas del ciclo migratorio de esa especie: su por qué. Pero si queremos saber cómo, por la mediación de que dispositivo, cada ejemplar de una especie de ave migratoria, sabe cuando comenzar su jornada y cómo orientarla, deberemos realizar un estudio neurofisiológico de las causas próximas de esa conducta (Mayr, 1998b, p. 136).

CUESTIÓN DE ESCALA

Siendo este último ejemplo el que mejor puede servirnos para ilustrar un primer conjunto de razones que, según Mayr y Jacob, llevan a que esa diferencia en el tipo de preguntas que formulamos en relación a lo viviente este también asociada a una diferencia en las estrategias metodológicas que, en general, cabe seguir en el estudio de uno u otro tipo de causación. La referencia a procesos que pudieron afectar a poblaciones enteras de aves a lo largo de miles de años sirve para entender por qué las indagaciones de los biólogos evolutivos suscitan hipótesis cuyos tests pueden escapar al ámbito de la investigación experimental y nos exigen el uso de las inferencias comparativas propias de los naturalistas.

Los fenómenos estudiados por la biología evolutiva tienen que ver, fundamentalmente, con cambios en la constitución de las poblaciones que se registran en la sucesión de diferentes generaciones. Así, a la obvia complicación que puede significar el estudio en situaciones de aislamiento experimental de interacciones presa-predador como las que pueden existir entre poblaciones significativamente grandes de animales como cebras y leones; debemos agregar el hecho de que cualquier efecto relevante sólo podría ser registrado después de varias temporadas de reproducción y cría en ambas manadas.

Para Jacob y Mayr, en definitiva, la principal razón de que los procedimientos experimentales tengan una aplicación generalizada en biología funcional y sólo muy limitada en historia natural es obvia, trivial y, por lo menos a primera vista, desprovista de interés epistemológico; se trata de una cuestión práctica: los fenómenos estudiados por la biología evolutiva suelen ser de una magnitud y suelen abarcar períodos de tiempo tan grandes que escapan a los límites de cualquier laboratorio realmente existente. Los fenómenos que estudia la biología funcional ocurren, por el contrario, en el plano del organismo individual y a lo largo de su ciclo vital. Estudiar experimentalmente la fisiología de un elefante puede ser un poco engorroso; pero estudiar en laboratorio presiones selectivas que puedan actuar sobre poblaciones de elefantes sería mucho peor.

Ambos tipos de fenómenos, es cierto, son muy complejos, son la resultante de una cantidad de factores muy grande entre los cuales, a su vez, se establece una intrincada red de interacciones. La vasta gama de factores ecológicos que resultan en una presión selectiva, no es mayor ni más compleja que la multiplicidad de interacciones moleculares que pueden estar por tras de cualquier fenómeno embriológico; pero, en este último caso, parece más fácil someter esa complejidad al orden y a la simplificación del análisis experimental que en el caso de un fenómeno evolutivo.

Como lo explica Mayr (1998b, p.86): “las causas próximas ocurren aquí y ahora, en un momento concreto, en una fase concreta del ciclo celular de un individuo, durante la vida de un individuo”; siendo que, tanto por ese carácter actual como por el hecho de que sus efectos se registren en el plano del organismo individual, el tipo de factor que se apunta como causa del fenómeno a explicar se presta a un tipo de manejo semejante al que se opera en los campos de la química y de la física experimental.

Por eso, la principal técnica de la que se vale el biólogo que estudia causas próximas es el experimento (Mayr, 1998a, p.47; Roger, 1983, p.141) y, es por eso que, en este sentido limitado, puede decirse que su estrategia de investigación es la misma que la del químico y la del físico experimental (Mayr:1988, p.52; 1998a, p.89). “Repitiendo los experimentos, precisando cada parámetro” y “variando sus condiciones”, el biólogo funcional consigue “dominar el sistema” constituido por cada parte del organismo y, así, “eliminar sus variables” (Jacob, 1973, p.15).

No suele ocurrir lo mismo, sin embargo, con el estudio de las *causas remotas*. Estas no sólo pueden haber “actuado durante largos períodos, y más concretamente en el pasado evolutivo de la especie”(Mayr, 1998b, p.137); sino que también presentan la peculiaridad de que sus efectos se registran a nivel poblacional y no individual (Mayr, 1998a, p.88; Jacob, 1973, p.186). De ese modo, preguntas como “¿por qué los animales del desierto suelen tener la misma coloración que el substrato?” o “¿por qué las aves insectívoras de zonas templadas migran en otoño a regiones subtropicales o tropicales?”(Mayr, 1998b, p.133) deben ser respondidas en función de factores y procesos evolutivos que, por sus dimensiones poblacionales y por estar a menudo ausentes en el presente, no pueden, por lo general, ser investigados con métodos experimentales (Mayr, 1998b, p.86).

En estos casos, como recién dijimos, el estudio de los seres vivos difícilmente puede prescindir esos procedimientos comparativos que pueden ser caracterizados como formas de observación controlada (Mayr, 1998a, p.48). Así, mientras “la experimentación suele facilitar la determinación de las causas próximas”(Mayr, 1998b, p.137); las causas remotas se prestan más fácilmente, aunque no exclusivamente, a un estudio pautado por procedimientos metodológicos semejantes a los que ya Cuvier (cfr.1992[1812], p.97) aplicaba a la historia natural (Mayr: 1998a, p.48;1998b, p. 90). Siendo esa misma combinación de procedimientos descriptivos y comparativos la que suministra la base empírica de ese largo argumento que Darwin presenta en *El origen de las especies*. “Para Darwin como para Cuvier”, nos dice Jacob (1973, p.201), “la naturaleza experimentaba para el naturalista”.

OBSERVACIÓN Y EXPERIMENTACIÓN

Implícitamente, Jacob y Mayr comparten una concepción relativamente estrecha de lo que cabe considerar un procedimiento experimental. Para ellos, puede tratarse tanto del test de una hipótesis, cuanto de una operación de medida o de la obtención de un dato respecto del modo de comportarse de algún aspecto de la realidad. En el primer caso hablaremos de un experimento en el sentido más estricto de la palabra; y, en el segundo caso, tal vez prefiramos hablar de un simple ‘procedimiento experimental’ (cfr. Brandon, 1996, p.150). Pero, en todos los casos, esos procedimientos podrán ser considerados ‘experimentales’ y no puramente ‘observacionales’, en la medida en que los mismos supongan la manipulación de algunas variables y sean realizados bajo lo que suele caracterizarse como ‘condiciones de aislamiento’.

Respecto de lo primero, podemos atribuir a estos autores la noción de manipulación experimental propuesta por Brandon (1996, p.150): si la magnitud o el fenómeno que estudiamos es considerado como resultante de cierto número de variables, cualquier cambio o control voluntario que hagamos sobre el valor de alguna de ellas será una manipulación experimental. Respecto de lo segundo, podemos decir que las condiciones bajo las cuales realizamos un procedimiento de observación, sea o no experimental, están satisfactoriamente *aisladas* en la medida en que, dado nuestro conocimiento de ciertos factores que pueden perturbar o interferir en el desarrollo de ese procedimiento de una forma relevante, somos capaces de neutralizar o moderar, por artificios técnicos, esa perturbación o interferencia (cfr. Cupani, 2002, p.131).

El primer requisito es, con todo, el más relevante y significativo que el segundo; y es el que, con toda justicia, ha sido clásicamente presentado como aquel que nos permite trazar una diferencia nítida entre experimentación y observación. O como nos lo explicaba Claude Bernard:

Se da el nombre de ‘observador’ a aquel que aplica procedimientos de investigación, simples o complejos, al estudio de fenómenos que él no varía y que, por consiguiente, él compila tal como la naturaleza se los ofrece. Se da el nombre de ‘experimentador’ a aquel que emplea procedimientos de investigación, simples o complejos, para variar o modificar, con un objetivo cualquiera, los fenómenos naturales haciéndolos aparecer en circunstancias o en condiciones en las cuales la naturaleza no se los presenta. Bernard (1984 [1865], p. 44-45)

Un observador puede constatar una diferencia en el color y la acidez de la orina de un conejo y un perro; y puede incluso constatar, en reiteradas

oportunidades, que esa diferencia tiende a desaparecer en la medida en que el conejo pase algunas horas sin comer. Por su parte, para estar seguro de esa constatación y para permitirse establecer un vínculo causal entre el ayuno y las características de la orina del conejo, el experimentador someterá a este animal a una alternancia de ayunos e ingestas para verificar si, por ese expediente, puede o no modificar deliberadamente las características de la orina que están siendo analizadas (Bernard, 1984 [1865], p.216-217).

Sin embargo, este modo de presentar la diferencia entre observación y experimentación puede inducirnos a cometer dos errores bastante comunes. Uno, el más obvio, es el de pensar que la clave de la cuestión estaría en el carácter puramente receptivo y ocasional de la observación. El otro, un poco más difícil de evitar, es el de homologar observación a una simple contemplación que, por definición, excluiría, cualquier procedimiento, intervención, o recurso técnico por parte del observador.

En contra de lo primero, no sólo sabemos que la observación científica es metódica y ordenada; sino que también ya sabemos que la misma exige una activa búsqueda de lo que debemos y queremos observar. El naturalista sale a explorar y capturar, literalmente, al mundo en sus redes (cfr. Bates, 1990, p.277). Pero, en contra de lo segundo también es oportuno recordar que la observación es una realización práctica (Chalmers, 1994, p.67). Algo que, como Popper (1974, p.308) gustaba de decir, *se hace* y no algo que *se tiene*. Como se tiene, sí, una percepción o una sensación cualquiera; y, en general, esa realización, ese procedimiento, no dispensa recursos técnicos que lo tornan más seguro, cognitivamente más confiable o, simplemente, viable (Hacking, 1996, p.196).

Eso Alan Chalmers (1994, p.73 y ss.) lo mostró muy bien en relación a las observaciones – nadie las llamaría *experimentos* – que Galileo realizó con la ayuda del telescopio; y eso es lo que también Dudley Shapere (1982) nos permitió ver al analizar como, en física, los límites de lo observable dependen de los límites y la confiabilidad que le adjudicamos a los instrumentos de observación con que contamos en cada momento de la evolución de una determinada disciplina.

Aunque, claro, lo más importante en su argumentación era mostrarnos que esos instrumentos no son simples amplificadores del ojo humano sino aparatos capaces de interactuar de una forma físicamente inteligible y controlable con los fenómenos a ser registrados; de forma tal que, a partir del comportamiento de esos aparatos, podamos inferir el estado de la variable o fenómeno en estudio. En ese sentido, una observación sería, en el caso de la física por lo menos, el registro que un fenómeno físico produce en uno de esos aparatos o instrumentos en los cuales nuestras teorías nos llevan a confiar.

Así, un aumento de temperatura puede considerarse un fenómeno observable, no porque podamos sentir que algo está más caliente; sino porque esa alteración puede registrarse en un aparato, llamado termómetro, cuyo modo de comportarse frente a un cambio térmico presumimos entender. Toda observación, nos permite decir Shapere, supone algún tipo de interacción con aquello que se observa; aunque no por eso se transforma en un experimento.

Pero, en lo que atañe a los temas que aquí nos interesan quien mejor trató la cuestión fue Ian Hacking (1996, p.218 y ss.) cuando, analizando el funcionamiento de los microscopios, nos permitió ver que toda observación supone una intervención en el dominio de lo observado. Una intervención que es real, empírica, técnica y no meramente conceptual o hermenéutica como aquella sobre la cual los pensadores de la observación teórico-dependiente les gusta tanto insistir. Sin embargo, esa intervención, que es real, que puede implicar una violenta modificación de algún aspecto o parte de nuestro objeto de estudio, no tiene por qué ser definida como ‘experimental’.

La misma no procura ninguna modificación de ciertas variables independientes para ver el modo en que esa modificación incide en las variables dependientes; sino que simplemente se orienta a tornar observables fenómenos que, sin su mediación, serían inobservables o inaccesibles. Que toda observación suponga una intervención no significa que no quepa mantener la diferencia entre observación y experimento. Las intervenciones experimentales son diferentes de las observacionales. Es necesario, por eso, no perder de vista la diferencia que existe entre las técnicas que usamos para poder observar o registrar un fenómeno y las técnicas que usamos para manipularlo experimentalmente.

Tal el caso obvio, como apunta Brandon (1996, 149), de una vivisección: la misma constituye una violenta intervención en un organismo; pero no por eso la consideramos un procedimiento experimental: sigue siendo una técnica de observación. Y algo semejante puede decirse de las técnicas electroforéticas que se utilizan para estimar la variabilidad genética de las poblaciones naturales (Ayala, 1979, p.19): se trata de sofisticados procedimientos de laboratorio que incluyen un tratamiento físico y químico de ciertas muestras de tejido particularmente acondicionadas; pero que, en definitiva, “no hacen más” que mostrarnos lo que de hecho ocurre en la naturaleza.

Como afirma Brandon (1996, p.151), “la electroforesis en gel no es manipulativa”, en el sentido que aquí damos a la expresión, porque “no altera ni controla ninguna variable funcionalmente relacionada con aquello que está siendo medido”; y algo semejante puede decirse de las celebres experiencias de Kettlewell (1956) sobre el melanismo industrial de la *Biston Betularia*: las mismas, aunque el propio Brandon (1999) lo pasa por alto, son ejemplos muy

claros de cómo ciertas intervenciones efectivas en los fenómenos naturales, que realizamos para obtener información empírica, no tienen porque ser consideradas genuinos experimentos.

En efecto, introducir artificios como la marcación de especímenes para registrar lo que de hecho ocurre en la naturaleza – es decir: saber si el color de ciertas mariposas posee o no valor adaptativo en cuanto que recurso mimético – e incluso la suelta y recaptura de ejemplares marcados, no constituyen procedimientos experimentales porque no implican, en contra de lo que David Rudge (1999, p.26) sugiere, ninguna manipulación de las variables cuya incidencia en la mortalidad diferencial de mariposas se esta queriendo confirmar o medir: la presión selectiva ejercida por ciertos predadores y la ventaja que el color de los árboles podría implicar para un fenotipo o para otro.

Esto es valido, en general, para todos los procedimientos de marca-captura-suelta-recaptura característicos de las investigaciones ecológicas (cfr. Gouyon *et al.*, 1997, p.126). Los mismos son recursos técnicos que usamos para saber lo que de hecho ocurre con la pretensión de que los mismos no interfieran en el curso de los fenómenos que queremos estudiar. Los procedimientos de Kettlewell, en este sentido, no son muy diferentes de aquellos en los cuales se captura, por ejemplo, un espécimen de un ave migratoria y se le coloca un aparato que, según se piensa, no interferirá en ningún aspecto de su existencia, pero, sin embargo, permitirá monitorear su trayectoria una vez que la liberemos.

Puede ser, es cierto, que, en algunos casos, tanto aquel que aplica la técnica de marca-captura-suelta-recaptura como aquel apela a la radiotelemetría para seguir un ave migratoria, no se den cuenta que, de hecho, sus procedimientos acaban interfiriendo en los fenómenos que quieren estudiar; pero no por eso diremos que estamos ante procedimiento experimental: diremos, mejor, que se realizó un procedimiento de observación inadecuado. Hay manipulación experimental, insistamos, sólo cuando modificamos, voluntariamente y controladamente, las variables cuyo efecto o influencia sobre otra variable queremos conocer o medir (Brandon, 1996, p.151); en caso contrario sólo estamos ante recursos técnicos que usamos para perfeccionar o tornar más confiables nuestras observaciones.

Por otra parte, que Kettlewell haya realizado sus observaciones en diferentes circunstancias – es decir: en diferentes regiones donde los troncos de los árboles tenían diferentes colores – no cambia muchas las cosas (Rudge, 1999, p.26). El método comparativo, la observación controlada que los naturalistas siempre han sabido utilizar, no consiste en otra cosa: observar fenómenos semejantes que ocurren en condiciones diferentes que no somos nosotros los que las producimos sino la propia naturaleza. Es ella la que, fatigando

los límites de lo biológicamente posible, va cambiando y combinando las condiciones en las que ocurren los fenómenos vivientes. De forma tal que, analizando esa trama de combinaciones, el naturalista puede establecer el modo, la magnitud y la intensidad con la cual un factor incide sobre otro.

Son esos “experimentos de la naturaleza” los que, aún hoy, como Mayr (1998a, p.48) apunta, constituyen el principal recurso metodológico con el que se cuenta en el estudio de las causas remotas de los fenómenos biológicos; y el hecho de que Kettlewell haya recurrido a ellos no le quita validez a sus conclusiones. No debe subestimarse jamás el rigor al que puede accederse en el dominio de la observación controlada. En lo que atañe a este punto, como nos dice Mayr (1998a, p.48), “la diferencia entre los métodos experimental y comparativo no es tan grande como podría parecer a primera vista”. Este último puede ser tan científico como el primero; y lo mismo puede decirse en relación de los resultados que con el se evalúen y validen.

Es cierto que la observación controlada, a diferencia de la experimentación, no requiere la reproducción a voluntad de los fenómenos en estudio o la manipulación concreta de variables; pero se asemeja a ella en otros aspectos más relevantes a la hora de evaluar el rigor o la científicidad de las investigaciones o de las conclusiones que en ella se basen. La observación controlada supone, en efecto, dos momentos fundamentales: el primero de ellos consiste en la búsqueda deliberada, y no en la producción, de situaciones diferentes en las cuales un fenómeno se manifiesta regularmente – en modos idénticos o variados – o se manifiesta en algunos casos pero no en otros; y el segundo de tales momentos es “el ulterior examen de ciertos factores destacados en estas ocasiones con el fin de discernir si las variaciones de esos factores se relacionan con diferencias en los fenómenos” (Nagel, 1978, p.409).

Obviamente, que ciertos factores, y no otros, sean apuntados como relevantes para explicar las diferentes variaciones de un fenómeno, es algo que depende de un marco teórico que, por lo menos en parte, es siempre rectificable; y lo mismo ocurre con las situaciones que elegimos como términos de comparación: algunos podrán discutir la relevancia y la pertinencia de la comparación. Pero esta es una dificultad, si se quiere usar la palabra, que también se presenta en la investigación experimental.

Un experimento se monta siempre en virtud de un marco teórico, más o menos explícito, que determina, tanto la índole de las variables que se hará intervenir, controlar y observar, cuanto el tipo de interacción a las cuales se las habrá de someter. La teoría puede o no *impregnar* nuestras percepciones, esa es una cuestión psicológica; pero, lo que sí es seguro es que las teorías guían nuestras observaciones o experimentos como un mapa nos orienta en un viaje o un plano pauta la construcción de una casa.

Será siempre el propio devenir de la investigación el que dirá si nuestras estrategias de observación fueron acertadas o satisfactorias. Pero, en la medida en que ellas hallan sido adecuadas y nuestros registros de las variaciones, y de sus putativos efectos, lo suficientemente cuidadosos; “desde el punto de vista del papel lógico que tienen los datos empíricos en la investigación”(Nagel, 1978, p.409), carece de importancia si las variaciones registradas en los supuestos factores determinantes de los cambios observados en el fenómeno en estudio, fueron introducidas por el propio investigador o fueron producidas por la naturaleza.

Con todo, respecto del tema que aquí estamos discutiendo, la distinción entre método experimental y método comparativo continúa siendo significativa. Aún en la forma más simple de experimentación, aquella basada en la constitución simultanea de una población o muestra experimental y de una población o muestra control; nuestro procedimiento se distingue claramente del caso en el cual tentamos determinar la eficacia causal de una variable X sobre una variable Y comparando dos situaciones semejantes, pero no idénticas, que nos son dadas por la propia naturaleza independientemente de nuestra intervención.

En este último caso, se trata de la existencia de una situación A y una situación B que, hasta donde sabemos, se asemejan respecto de todas las variables intervinientes que, según nuestro conocimiento previo son significativas; pero, justamente, difieren por el hecho de que X está presente en una y ausente en otra o, en todo caso, su incidencia en un caso es significativamente mayor que en el otro. En el primer caso, mientras tanto, se trata de constitución de una población o muestra a la cual se mantiene bajo ciertas condiciones predefinidas y se la somete a una determinada intervención; comprándose los efectos de esa intervención con lo que ocurre en otra muestra, a la que también se mantiene bajo ciertas condiciones previamente estipuladas pero sobre la cual no se realiza la intervención en cuestión o se la realiza en una intensidad o frecuencia menor.

No es, sin embargo, por el hecho de haber sido forzosamente efectuadas fuera del laboratorio, en un espacio abierto y sin límites físicos definidos, que las experiencias de Kettlewell que no configuran genuinos experimentos. En la discusión de este caso, pero también en la de cualquier otro caso en donde esté en tela de juicio el carácter experimental u observacional de una experiencia, el requisito de aislamiento no sólo es menos significativo que el de manipulación, sino que, al final de cuentas, acaba siendo menos estrecho de lo que Mayr y Jacob parecen pensar.

Es que el requisito de aislamiento no exige ningún tipo de clausura o confinamiento en particular. Las condiciones de aislamiento serán consideradas

o no satisfactorias siempre en función del experimento a realizar y, como ya dijimos, en virtud de nuestro conocimiento sobre la naturaleza de las posibles perturbaciones que pueden afectar su desarrollo y su resultado. Y esto puede notarse mejor si, en lugar de analizar experimentos de laboratorio típicos de la biología funcional, nos aventuramos, otra vez, en el análisis de observaciones y experimentos extra-muros típicos de lo que Mayr entiende por biología evolutiva. Un caso podría darse en las investigaciones sobre el control biológico de plagas: un capítulo de lo que, en la perspectiva de Mayr, deberíamos considerar como biología evolutiva aplicada.

Queremos testar la eficacia de una especie particular de pájaros como recurso para proteger un determinado tipo de cultivo frente al ataque de una recurrente plaga de orugas; y para ello apelamos al simple expediente de crear dos lotes de ese cultivo bajo condiciones prácticamente idénticas de temperatura, humedad, suelo y, también, de exposición a los agentes biológicos típicos de la región. Pero claro: estimulamos que un grupo de esos pájaros colonicen uno de esos cultivos, mientras, por el recurso a un emisor de señales acústicas muy específicas, procuramos que los mismos – y no cualquier otra especie típica de la región – se mantengan alejados del segundo cultivo.

Así, si nuestro espantapájaros electrónico funciona correctamente, y si las contingencias ambientales realmente se mantienen aproximadamente similares y dentro de los límites normales y esperados; entonces, podremos decir que, pese al hecho de que ambos cultivos estuvieron expuestos a todas las contingencias climáticas y biológicas habituales, nuestro experimento se realizó bajo condiciones satisfactorias de aislamiento. La diferencia entre ambos cultivos en lo relativo al accionar de la plaga podrá, de ese modo, ser considerada como una evidencia significativa en lo atañe a la eficacia de esos pájaros como agentes de control biológico.

Hasta los – se diría – “rudimentarios” experimentos de campo realizados por algunos etólogos pueden considerarse satisfactorios en lo que dice a este requisito. Tal el caso, incluso, de aquellos realizados por Niko Tinbergen para testar sus hipótesis sobre el valor adaptativo de un comportamiento observado en las gaviotas reidoras. En época de cría, esta especie, sometida al mismo régimen de escasez que impera en toda la naturaleza, invierte sistemáticamente parte de su energía y se descuida momentáneamente de la alimentación de sus polluelos, para, poco después de la eclosión de estos, retirar las cáscaras rotas de los huevos y alejarlas del nido; y, según Tinbergen se permitió conjeturar, este gasto de recursos podía explicarse suponiendo que el llamativo color blanco del interior de la cáscara era capaz de atraer a los depredadores hasta los polluelos o hasta los restantes huevos en incubación (Slater, 1988, p.152-153).

Otras hipótesis podrían apuntar a las presiones selectivas implicadas en el hecho de que esas cáscaras pueden lastimar a los polluelos o en la posibilidad de que los restos de líquidos sobrantes en las mismas pudiesen servir como medio de cultivo para bacterias. Pero para testar su propia hipótesis, Tinbergen construyó, en aquellas mismas playas, una gran cantidad de nidos artificiales con huevos de gaviota, algunos con cáscaras rotas y otros sin ellas; y, al revisar los nidos después de un tiempo, constató que los que tenían restos de cáscaras habían sido más asiduamente visitados por predadores que los otros y, consecuentemente, habían perdido más huevos que aquellos que estaban limpios (Slater, 1988, p.152-153). La acción de los predadores, se podía entonces inferir, era una presión selectiva favorable a la retirada de las cáscaras.

Es cierto que Tinbergen no testó las otras hipótesis; y es cierto también que un resultado favorable a alguna de ellas podría obligarnos a pensar “en otras *justificaciones* [el *itálico* es nuestro] distintas de la expuestas” (Slater, 1988, p.153). Pero lo que aquí realmente nos importa es no pasar por alto que, para los fines cognitivos perseguidos por Tinbergen, el experimento fue desarrollado en condiciones que excluían interferencias relevantes. En la medida en que no existía evidencia de que, en aquellos días, un bromista o un predador diferente de los habituales pudiese verse atraído por los nidos artificiales, cabe decir que, hasta donde sabemos, los experimentos no fueron perturbados por ningún factor significativo.

Pero, además de ser relativamente flexible, el requisito de aislamiento es, como decíamos antes, menos significativo de lo que podría parecer para definir lo que es un experimento. Confinar un organismo dentro de un laboratorio o aún dentro de un tubo de ensayo, si se trata de un cultivo de microorganismos, para observar, incluso con un microscopio, su comportamiento o su ciclo vital, sin buscar modificar o estipular voluntariamente el estado de variables que pueden modificar esos procesos, no es algo que configure, estrictamente hablando, un experimento.

Tal el caso, por ejemplo, de la experiencia sobre las preferencias alimentares de una especie de insecto que un entomólogo puede realizar colocando un grupo de estos en una jaula donde hay bandadas de dos o más especies de otros insectos que son sus posibles presas. Ahí, lo que el entomólogo está intentando no es más que determinar lo que de hecho en la naturaleza ocurre; y esa observación sólo se transformaría en experimento si algunas de las condiciones fuesen voluntariamente transformadas para ver el efecto que esa alteración tiene sobre el comportamiento alimentario del predador.

Podemos hablar de observaciones hechas bajo condiciones de aislamiento cuando, artificialmente, apartamos un fenómeno de ciertos factores que, pensamos, podrían interferir en su desarrollo normal o natural. Pero sólo

hablaremos de experimento cuando deliberadamente modifiquemos algunas de esas condiciones para ver el efecto que esa modificación pueda tener o dejar de tener sobre cierto aspecto de ese comportamiento o de ese ciclo vital que estamos observando. Ni el naturalista de campo está excluido de la experimentación, como lo vimos en el ejemplo de Tinbergen; ni el biólogo de laboratorio deja de hacer, en algunas oportunidades, *meras observaciones*.

En este caso, la jaula, el acuario, el invernadero, el cultivo experimental, el tubo de ensayo, o cualquier otro artificio con el que se puedan aislar los procesos biológicos, le servirán como simples recursos para tornar visible aquello que ocurre en la naturaleza pero que, por alguna razón, ella no nos permite ver con claridad: el laboratorio se transforma en una ventana a la naturaleza. El experimento, en cambio, es otra cosa: es producir y variar condiciones para determinar el efecto que ese cambio produce sobre ciertos fenómenos cuyo ‘determinismo’, diría Claude Bernard, queremos conocer: es *torcerle la cola al león* para ver cómo la intensidad de nuestra maniobra incide en la intensidad de su rugido o de su zarpazo.

LAS EXIGENCIAS DEL DETERMINISMO BERNARDIANO

Pero claro, citar los modestos procedimientos experimentales de un etólogo o, incluso los más vastos –pero, a primera vista, igualmente precarios– tests de *enemigos naturales* que pueden desarrollarse en el dominio de investigaciones sobre el control biológico de plagas (cfr. Samways, 1990, p.45), no parece ser otra cosa que un argumento a favor del contraste entre el carácter *eminente* experimental de la biología funcional y el carácter *básicamente* observacional de la biología evolutiva propuesto por Mayr y Jacob.

Después de todo, y como lo dijimos poco más arriba, estos autores no niegan la posibilidad de que puedan existir experimentos en biología evolutiva; afirman, simplemente, que en ese dominio la experimentación es más difícil y menos rigurosa que en biología funcional. En este caso, nos dicen, se pueden realizar experimentos y observaciones “con el ideal de pureza y certeza que representan las experiencias de la física y la química” (Jacob, 1973, p.15); en biología evolutiva, en cambio, no sería posible tanto rigor ni tanta exactitud. En este último dominio disciplinar predomina, parece reconocer Mayr (1998a, p.90), un enfoque *cualitativo* que nos aleja de la exactitud matemática que puede alcanzarse en la biología funcional.

Es que, más allá de la noción de experimento que acabamos de analizar: aquella basada en las ideas de *manipulación* y *aislamiento*; Mayr y Jacob también parecen suponer que la biología funcional puede cumplir mejor que la

biología evolutiva con otra dupla de exigencias que también inciden en los alcances y las aplicaciones que los procedimientos experimentales pueden tener lugar en uno y otro dominio de investigación. Nos referimos, concretamente, a dos exigencias propias de lo que cabe llamar *determinismo bernardiano*: una es la idea de que un conocimiento experimental sólo es completo cuando podemos expresarlo en términos de una relación matemática constante entre dos variables; la otra es la expectativa de que esas variables puedan ser descriptas en términos físico-químicos.

Así, en lo atinente al primero de estos dos nuevos requisitos, podemos recordar que, según leemos en la *Introduction a l'Étude de la Médecine Expérimentale*, “el fin en la experimentación es el mismo en el estudio de los fenómenos de los cuerpos vivos que en el estudio de los fenómenos de los cuerpos inorgánicos”: en uno y otro caso, la meta y el límite de las investigaciones “consiste en hallar las relaciones que unen al fenómeno con la *causa inmediata*, o, expresándolo de un modo diferente, consiste en definir las condiciones necesarias a la aparición del fenómeno”(Bernard, 1984[1865], p. 106).

Pero para Claude Bernard era claro que ese vínculo causal sólo podía entenderse en virtud de una ley; y, por lo tanto, para llegar a conocerlo era menester superar la mera constatación de una sucesión de acontecimientos e intentar el establecimiento de una correlación constante entre ambos (cfr. Caponi, 2001b, p.377). Por eso, nos decía este autor, “toda la filosofía natural se resume en esto: *conocer la ley de los fenómenos*” (Bernard, 1984 [1865], p.93); siendo ese “el objetivo en el que se detiene toda ciencia” (Bernard, 1984 [1865], p.108).

La ley natural, decía Bernard, “nos da la relación numérica del efecto con su causa, y ese es el objetivo en el que se detiene la ciencia” (1984 [1865], p.108). “La ley de los fenómenos”, debemos entonces concluir, “no es otra cosa que esa relación establecida numéricamente que nos permite prever la relación de la causa con el efecto en todos los casos dados”(Bernard, 1984 [1865], p.128). Así, desde esta perspectiva, las leyes naturales pueden ser pensadas como simples correlaciones constantes entre variables particulares como lo son aquellas que pueden existir entre la cantidad que se produce de cierta hormona y la intensidad de una reacción metabólica vinculada con ella. (Bernard, 1984 [1865], p.185).

Una vez que conocemos una correlación entre dos magnitudes x e y de forma tal que, controlando o graduando a x consigamos determinar o graduar el valor de y ; podemos decir que conocemos la ley que establece su vínculo causal (cfr. Caponi, 2001b, p.381). Por eso, una *ley causal* debe ser formulable como una función matemática constante, pero asimétrica, entre dos conjuntos de magnitudes [M_x y M_y] tal que:

1. El valor de *My* puede ser considerado como resultante del valor de *Mx* [pero no a la inversa] (cfr. Von Wright, 1993, p.118).
2. El valor de *Mx* pueda variar o pueda ser manipulado independientemente *My* pero los cambios que de ahí resulten, siempre incidan en los valores de esta última (cfr. Von Wright, 1993, p.119).

“Cuando tenemos la ley de un fenómeno” – nos dice Bernard (1984 [1865], p.108) – “no sólo conocemos absolutamente las condiciones que determinan su existencia, sino que tenemos también las relaciones que se aplican a todas sus variaciones, de forma que podemos predecir las modificaciones del fenómeno en cualquier circunstancia dada”; y es esto lo que nos permite esa manipulación matemáticamente graduada de los fenómenos que, según Bernard, Mayr y Jacob no sólo sería típica de la física experimental sino también de lo aquello que los dos últimos autores llamaban *biología funcional* y el primero llamaba *fisiología*.

Podemos decir, entonces, que según Claude Bernard toda ciencia positiva obedece a este principio metodológico fundamental que él llama de *Criterio Experimental* (Bernard, 1984 [1865], p.87) y que nosotros podemos formular así (cfr. Caponi, 2001b, p.377):

Dado el registro C de un cambio *M'* en una magnitud *Y*, se debe formular y testar un conjunto de hipótesis [coherente con el cuerpo del conocimiento aceptado] tal que contenga: (1) la descripción B de otro cambio *M* en otra magnitud *X*; y (2) la formulación de una relación matemática constante y asimétrica entre *X* e *Y* tal que cada valor de la segunda magnitud sea considerado como resultante del valor de la primera.

Notemos, por otra parte, que ese principio metodológico puede permitirnos llegar a una idea más exacta de la noción bernardiana de *causa inmediata* o de *condición de existencia*; que, además, es idéntica a la que encontramos en Mayr y Jacob. La misma se podría enunciar más o menos así (cfr. Caponi, 2001b, p.383):

Dados dos fenómenos [o conjuntos de fenómenos] *X* e *Y*, se puede afirmar que el primero sea causa inmediata [o la condición de existencia] del segundo; en la medida en que aceptemos:

La corrección de sendas descripciones de ambos que los presenten como valores registrados en dos diferentes conjuntos de magnitudes [*Mx* y *My*, respectivamente].

La validez de un enunciado legaliforme **L** que establezca una función constante pero asimétrica entre esas magnitudes tal que: (1) el valor de M_y puede ser considerado como resultante del valor de M_x [pero no a la inversa]; y (2) el valor de M_x pueda variar o pueda ser manipulado independientemente de M_y ; pero los cambios que de ahí resulten, siempre incidan en los valores de esta última.

Existe, con todo, un tercer requisito (3.) que no puede ser obviado. Se trata de esa segunda exigencia que, según decíamos, es propia del determinismo bernardiano: el carácter físico-químico de las magnitudes en cuestión. Las causas próximas, para Bernard (1984 [1865], p.102 y ss.), pero también para Jacob y para Mayr (1998a, p.89), son siempre condiciones físicas y/o químicas cuya manipulación o producción experimental nos permite producir o variar la intensidad de efectos que también son observables y descriptibles en tanto que fenómenos físico-químicos. Es decir: registrables por instrumentos tales como termómetros, balanzas o reactivos.

Así, y como podemos leer en un manual de Biología Experimental – que, más que nada y como de costumbre, es un manual de biología funcional –, “la mayoría de los experimentos modernos en biología emplean instrumentos, herramientas o técnicas derivadas de las diversas ciencias físicas” (Norman, 1971, p.75); y eso lo confirmamos cuando leemos la lista de esas técnicas y la naturaleza de los instrumentos de los que las mismas se valen. Las más simples de esas técnicas son procesos de medida basados en recipientes volumétricos; pero enseguida pasamos a la calorimetría, la espectrofotometría, cromatografía, trazadores isotópicos, mediciones eléctricas, cristalografía, técnicas e instrumentos para la medición de intercambios gaseosos, y la ya mencionada electroforesis.

Es decir: todo un arsenal de recursos para producir y registrar datos experimentales que se basan y se legitiman en el conocimiento físico y químico que, supuestamente, tenemos de las posibles interacciones entre ciertos instrumentos y los fenómenos orgánicos que queremos estudiar. Fenómenos que, de ese modo, serán registrados, identificados y considerados en virtud de sus dimensiones y propiedades físicas y químicas. Cabe decir, por eso, que ese repertorio de técnicas e instrumentos, en última instancia, sólo tiene sentido en el contexto de una estrategia de investigación cuyo supuesto fundamental es la presunción de que “no existe ningún carácter del organismo que no pueda, a fin de cuentas, ser descrito en términos de moléculas y de sus interacciones” (Jacob, 1973, p.15); y es siguiendo ese mandato reduccionista que, según Mayr (1988, p.25), se puede realizar en biología funcional “el ideal de un experimento puramente físico, o químico”. Por eso, nos dice Jacob (1973, p.15), el principal

objetivo experimental del biólogo funcional es “aislar los constituyentes de un ser vivo” encontrando las condiciones que permitan su estudio “en el tubo de ensayo”: *in vitro*; antes que *in vivo*.

Así, mientras en biología evolutiva, se puede, en cierto modo y dentro de ciertos límites, continuar operando aún con los conceptos y los métodos de la historia natural y con relativa prescindencia del saber físico y químico; en el caso de la *biología funcional* nos encontramos con un conjunto de investigaciones que, en virtud de sus propias pautas metodológicas y en función de los problemas estudiados, da lugar a un discurso sobre lo viviente que, por su contenido conceptual y por sus procedimientos experimentales, tiende a aproximarse progresivamente al discurso de la química y la física (Jacob, 1973, p.200). No serían estas quienes reducirían o absorberían a la biología funcional ampliando su área de aplicación; sino que sería la propia biología funcional la que, por su lógica inherente, tendería, activamente, a identificar su lenguaje y sus fundamentos, aunque no todas sus teoría específicas, con los lenguajes y los fundamentos de esas otras ciencias.

Lo que ni Jacob ni Mayr parecen percibir es la relativa autonomía que existe entre esas dos exigencias que convergen en lo que hemos denominado *determinismo bernardiano*. Al igual que el propio Claude Bernard, estos autores parecen pasar por alto, o no dar mucha importancia, al hecho de que *matematización de las relaciones causales* y la *fisicalización de los elementos que las componen* no son, de por sí, una única cosa. Es decir: la aproximación reduccionista, en la medida en que procura el ideal de una física de lo viviente, lleva consigo el germen de la matematización inherente a todo conocimiento físico; y es por eso que, en la práctica del fisiólogo experimental Bernard y del biólogo molecular Jacob ambas cosas de hecho coinciden. Pero, si miramos en la dirección de aquellos dominios de la biología que están más cerca de lo que fueron los trabajos científicos de Mayr; veremos que tanto la *matematización*, cuanto el rigor formal y experimental, pueden darse por fuera de una aproximación física a lo viviente. Tal es el caso, por lo menos, de la genética de poblaciones.

PARA UNA EPISTEMOLOGÍA DE LAS JAULAS DE POBLACIONES

Este dominio disciplinar, que el propio Mayr (1998b, p.137) reconoce como un capítulo de la biología evolutiva, no sólo alcanzó un nivel de formalización que puede recordar a la física; sino que es también allí en donde Dobzhansky y otros investigadores pudieron superar el hiato entre lo formal y lo empírico por una vía rigurosamente experimental (Gayon, 1992, p.379). La

afirmación de Heidegger (1975, p.77) según la cual “la ciencia es experimental sobre la base del proyecto matemático” parece encontrar aquí una segunda e inesperada ratificación: las confirmaciones empíricas más rigurosas de la teoría de la selección natural sólo fueron producidas una vez que el razonamiento matemático determinó, *a priori*, cual podía llegar a ser la naturaleza de tales confirmaciones. Moraleja kantiana: la naturaleza sólo responde con precisión cuando nuestras preguntas están precisamente formuladas; y en este caso, como en tantos otros, *precisión* significó abstracción y rigor matemático.

Como nos dice Jean Gayon (1992, p.334-335), “los temas fundamentales de la genética de poblaciones” se definieron a partir de modelos matemáticos –“herméticos a la inmensa mayoría de los biólogos” – cuyos rasgos y conflictos esenciales fueron definidos entre mediados de la década de 1920 e inicios de la década de 1930 por R.A. Fisher, J.B.S. Haldane y S.Wright. En esos modelos, “el espacio evolutivo es definido por un campo de frecuencias génicas” (Gayon, 1992, p. 335); y, en el marco de ese teatro, el drama evolutivo es representado como una secuencias de cambios en esas frecuencias (Mayr, 1998a, p.639) cuyas *causas* son factores como mutaciones, migraciones, selección natural y deriva genética.

Sin embargo, más allá de la heterogeneidad de esos factores, los efectos de los mismos pueden ser medidos y comparados en base a un lenguaje homogéneo (cfr. Sober, 1993a, p.48-51): el de las frecuencias génicas; y será ese mismo lenguaje el que permitirá cuantificar la intensidad de los factores de cambio considerándolos como perturbaciones del *Equilibrio de Hardy-Weimberg* (cfr. Gayon, 1992, p.303). O como nos lo explica Jean Gayon:

Las causas cualitativamente heterogéneas de cambio se manifiestan en un espacio paramétrico homogéneo: los factores ecológicos [selección natural], geográficos [migración], citogenéticos [mutación], etológicos [selección sexual, sistema de cruzamiento, estructura generacional] y, en fin, estocásticos [deriva genética] se expresan en efectos conmensurables, exactamente como en física fuerzas heterogéneas se expresan en el lenguaje homogéneo del movimiento local. (Gayon, 1992, p. 335)

Lo notable es que “en ese espacio paramétrico, se torna posible realizar deducciones *a priori* sobre el peso de esos factores, y sobre sus interacciones” (Gayon, 1992, p. 335); y, de se modo, la genética de poblaciones define “*a priori* un campo de posibles” (Gayon, 1992, p. 337). Es decir: la genética de poblaciones define el campo dentro del cual deberá darse todo fenómeno evolutivo posible y, al mismo tiempo, nos ofrece un lenguaje de magnitudes matemáticas que nos permitirá descripciones homogéneas y conmensurables

de todo lo que allí ocurra. Ese lenguaje matemático, diría Heidegger (1975, p.76), “abre un ámbito en el que se muestran las cosas, es decir, los hechos”.

Los modelos formales de la genética de poblaciones ponen ante nosotros “un repertorio de todos los escenarios evolutivos posibles según la hipótesis mendeliana” (Gayon, 1992, p.383); y desde esa perspectiva puede decirse que un fenómeno sólo será considerado pasible de explicación en la medida en que se recorte en el espacio virtual definido por esos modelos. La genética teórica de poblaciones puede ser así considerada como “una ciencia de las condiciones de posibilidad de la evolución bajo la hipótesis mendeliana” (Gayon, 1992, p.390). Pero, como Jean Gayon (1992, p.383) subraya, “esa es la grandeza de esta ciencia teórica, pero ese es también su límite”.

Definiendo el universo de lo evolutivamente posible, los modelos teóricos de la genética de poblaciones no pueden, por sí solos, franquear el hiato entre lo virtual y lo actual; y es en este sentido que cabe convenir con la afirmación de Lewontin (2000, p.198) según la cual la genética teórica de poblaciones no hace otra cosa que “proveer las reglas para distinguir explicaciones aceptables e inaceptables, sin referencia a ningún caso particular”. Hacer esa referencia fue asunto de la genética de poblaciones naturales, usualmente llamada de genética ecológica, y de la genética experimental de poblaciones (Gayon, 1992, p.370). Fueron estas disciplinas las que permitieron el tránsito de lo formal a lo empírico que los modelos de Fisher y Wright podían y debían necesariamente guiar pero, sin embargo, no podían ejecutar. Sin esos modelos teóricos, la genética empírica de poblaciones habría sido ciega; pero sin su trabajo los modelos habrían sido vacíos. Otra moraleja kantiana a la que el análisis de Jean Gayon (1992, p.371) nos permite acceder.

Pero, de esos dos dominios de investigación aquí sólo nos interesará el segundo. La ‘genética ecológica’, más allá del rigor del lenguaje matemático que los modelos teóricos le imponían, se valió, en general, de procedimientos observacionales – es decir: no experimentales – realizados en campo y no en el laboratorio (cfr. Gayon, 1992, p. 371 y ss.). Los trabajos de Kettlewell, a los que aquí hemos presentado como un paradigma de investigación observacional, son de hecho la piedra basal de esa disciplina (Gouyon *et al.*, 1997, p.126); y es por eso que, en relación la tópico que aquí discutimos, la misma no presenta ninguna peculiaridad dentro de esa constelación de dominios de investigación que componen el universo de la biología evolutiva.

No ocurre lo mismo, sin embargo, con la genética experimental de poblaciones que, sobre todo desde 1946 en adelante y conforme dijimos más arriba, fue desarrollada por Dobzhansky y sus seguidores (Gayon, 1992, p.383). En ese dominio la biología evolutiva exhibe, al mismo tiempo, un rigor matemático y un rigor experimental que, en cierto modo, la aproximan a la biología funcional;

y, en ese sentido, puede decirse que, en el horizonte del contraste entre ambos campos de la biología propuesto por Mayr y Jacob, la genética experimental de poblaciones aparece como una rareza.¹ Allí, la aplicación sistemática y generalizada de las *cajas* o *jaulas de poblaciones* que Philippe L'Héritier y Georges Teissier habían inventado en 1932 (Boessiger, 1980, p.310; Mayr, 1998a, p.640) dio lugar a experimentos que, con toda justicia, pueden ser considerados como genuinas *abstracciones materiales*. Experimentos donde, aislando, uno a uno los factores en juego, se pudo también evaluarlos y mensurarlos uno a uno (cfr. Gayon, 1992, p.379).

Estas jaulas o 'demómetros' (*démomètres*), como sus inventores también las llamaban, eran, lo sabemos, simples y relativamente módicas cajas de vidrio. En ellas una población de *Drosophila melanogaster*, para usar el ejemplo típico, podía desarrollarse y ser, tanto observada en condiciones ideales de aislamiento, cuanto sometida a diversas intervenciones experimentales. Siendo también viable la creación de diferentes poblaciones control que, aisladas en cajas semejantes, podían ser objeto de observaciones y manipulaciones análogas (cfr. Buican, 1984, p.311 y ss.).

De un modo casi trivial y ciertamente muy económico, Teissier y L'Héritier superaron el obstáculo que representaba la escala espacial y temporal de ciertos fenómenos evolutivos para el estudio laboratorial y experimental de los mismos. Dado que el tema en discusión era un problema de biología evolutiva que, por su generalidad, podía ser estudiado en cualquier tipo de organismo, o, por lo menos, en cualquier tipo de organismo de reproducción sexuada, la dificultad podía ser superada eligiendo especies cuyo tamaño permitiese el estudio de unidades poblacionales suficientemente grandes confinadas en el laboratorio y cuya velocidad de reproducción nos posibilitase seguir secuencias de generaciones en un plazo de tiempo razonablemente corto. Las moscas de la fruta, cuyo padrón de transmisión hereditaria había sido obsesivamente

¹ Por eso, la inserción de la genética de poblaciones en el contexto de la distinción entre biología funcional y biología evolutiva no es del todo obvia. Mayr (1998b, p.137), efectivamente, la considera como un capítulo, tal vez anómalo, de la biología evolutiva; pero, al hacerlo, la vincula erróneamente con la genética morgamiana de la transmisión a la que también considera parte de ese dominio disciplinar. En cambio, Jacques Roger (1983, p. 143), asumiendo la distinción entre biología funcional y biología evolutiva propuesta por Mayr, prefiere caracterizar a la genética de poblaciones y a la genética de la transmisión como siendo ambas capítulos de la biología funcional. Esta autor, al inverso de lo que ocurre con Mayr, acierta en lo que atañe a los trabajos de Morgan pero se equivoca en lo atinente a la genética de poblaciones (ver nota 5).

mapeado por Morgan, estaban predestinadas a prosperar en esas jaulas (cfr. Pichot, 1999, p.150).²

Como lo ha observado Brandon (1996, p.151): “La parte de la biología que está orientada hacia los mecanismos del cambio evolutivo, en tanto que opuesta a aquella parte que se ocupa de la historia efectiva de la evolución en el planeta, frecuentemente manipula la naturaleza para testar hipótesis”;³ y lo que las cajas de población permiten, en primer lugar, es que esos tests puedan ser hechos en condiciones de estricto aislamiento. Con todo, la simpleza técnica y la austeridad francesa del dispositivo experimental no puede hacernos perder de vista que su relevancia epistemológica va más allá de la mera resolución de un problema práctico de escala temporal o espacial.

Es que, como afirma Gayon (1992, p.383), “Las jaulas de poblaciones han sido en definitiva a la genética evolutiva lo que el plano inclinado de Galileo fue para el estudio de la caída de los cuerpos. En una jaula de población, la selección natural está ahí toda entera, como la ley de caída de los cuerpos está en el movimiento de la bola que rueda”. Pero, al igual que la caída de los cuerpos en el experimento del plano inclinado, la selección “está ahí substraída a lo que su naturaleza tiene de frívolamente autónomo e inasible” (Gayon, 1992, p.384). Allí, la materialidad siempre díscola del fenómeno natural está técnicamente sometida al rigor del formalismo matemático; y es por la mediación de tales formalismos que las condiciones iniciales de esos experimentos pueden ser consideradas como magnitudes que, articulándose en un paralelogramo de fuerzas, producen una resultante numéricamente determinable a partir de ellas.

² Es curioso que, en su relato sobre el papel de las moscas en el desarrollo de la genética, Jacob (2000) no haya considerado los experimentos hechos en genética de poblaciones. Jacob, biólogo funcional, sólo alude a los trabajos de Morgan y pasa por alto los de Dobzhansky y los de sus compatriotas Teissier y L’Héritier.

³ Esta oposición entre dos dominios de la biología evolutiva es de crucial importancia para la reflexión filosófica; porque según ese considere uno u otro de esos dos campos, nuestro análisis epistemológico de ese universo disciplinar será diferente. Si, por ejemplo, a la manera de Sober (1993a) y Michael Ruse (1979), pensamos primariamente en esa parte que estudia los mecanismos del cambio evolutivo y que cobra su mayor rigor en la genética de poblaciones teórica y empírica, tenderemos a considerar a la biología evolutiva como siendo una disciplina estructurada en base a leyes formalizadas y abierta al control experimental; y en ese caso, la biología evolutiva no nos parecerá una disciplina muy diferente de la física. Si, en cambio, a la manera de Mayr (1988), Hull (1984), y Gould (2002), pensamos básicamente en aquellas investigaciones que intentan reconstruir y comprender la senda efectivamente seguida por la evolución, nuestro análisis epistemológico privilegiará los aspectos históricos de esa disciplina y su vinculación con los procedimientos observacionales; siendo, creemos, desde esa última perspectiva desde donde podremos apreciar mejor la genuina singularidad epistemológica de ese dominio disciplinar. Hecho que no invalida, claro, la otra perspectiva.

Sin Fisher, Wright y Haldane los demómetros no hubiesen sido posibles: hubiesen sido meros corrales de vidrio y madera, aptos para criar moscas, pero en los cuales poco hubiese habido para calcular. No estamos pasando por alto la pertinente insistencia de Ian Hacking (1996, p.177 y ss.) sobre la autonomía que el desarrollo y la producción del conocimiento experimental pueden tener en relación al conocimiento teórico; lo sabemos: no siempre la experiencia está tutelada o subordinada a una teoría. Pero, por lo menos en el caso específico de los demómetros es innegable que sus inventores fueron guiados por el objetivo de crear una visibilidad afín a modelos teóricos pre-existentes (Buican, 1984, p.311; Gayon, 1992, p.380).

Es gracias al *Principio de Hardy-Weimberg*, y a todas las consecuencias que de él extrajeron los teóricos de la genética de poblaciones, que las frecuencias en que se dan los genes dentro de las poblaciones que habitan en esas cajas y la velocidad (esto es: cantidad de generaciones) en que las mismas varían, se transforman en magnitudes vinculadas, según relaciones matemáticas constantes, con el índice de eficacia biológica de cada uno de los genotipos allí presentes.

Para ilustrar lo que estamos diciendo cabría imaginarnos un ejemplo muy simple de experimento que podría ser realizado sobre una población experimental de *Drosophila melanogaster* convenientemente confinada en un demómetro. Podemos pensar, concretamente, en un experimento donde, dado el conocimiento de las proporciones de ciertos genes alelos, la alteración graduada de la ‘eficacia biológica’ [w] de las tres diferentes combinaciones genotípicas a la que los mismos dan lugar – que para fines de nuestro ejemplo vale pensar como inicialmente idénticas – nos permita calcular como será la proporción de esos alelos en la generación posterior a esa modificación.

Así, si la combinación de menor eficacia biológica es la del homocigoto recesivo, y la del heterocigoto es igual o menor a la del homocigoto dominante, sería posible incluso calcular cuantas generaciones deberán pasar para que, dada la actual diferencia en w , el alelo recesivo acabe siendo desplazado. Pudiéndose, incluso, calcular y eventualmente producir la modificación que cabría introducir en los valores de w para, de ese modo, acelerar, retrasar o, llegado un punto, revertir ese proceso con mayor o menor velocidad.

La genética teórica de poblaciones nos permite pensar los fenómenos evolutivos como constituyendo un sistema de magnitudes vinculadas según relaciones matemáticas constantes; y, en base a ella, la genética experimental de poblaciones nos permite manipular esas magnitudes de forma tal que las modificaciones que nosotros introducimos generen cambios controlables y calculables en otras magnitudes. Si el objetivo de toda ciencia experimental es establecer, como Claude Bernard pretendía, una correlación constante y

asimétrica entre dos magnitudes x e y de forma tal que, controlando o graduando a x consigamos determinar o graduar el valor de y ; entonces deberemos concluir que la genética de poblaciones posee un conocimiento experimental muy semejante a aquel que se puede acceder en el dominio de la biología funcional.

Parecería ser, entonces, que en por lo menos un dominio de la biología evolutiva y en lo que atañe, quizá, a aspectos muy restrictos de los fenómenos evolutivos, es posible satisfacer algo que, en cierto sentido, se asemeja a aquello que hemos denominado determinismo bernardiano. Sin embargo, y he ahí la diferencia que nos interesa mostrar, esa control experimental *matemáticamente graduado* se ejerce aquí sobre variables y magnitudes que guardan algunas diferencias significativas con aquellas sobre las que se opera en el campo de la biología funcional.

El análisis de esas diferencias, que nos ocupará en la próxima y última parte de este trabajo, nos permitirá ver que, aún con todo su rigor matemático y experimental, la genética de poblaciones lejos de poder darnos un posible pretexto para desdibujar los límites entre biología evolutiva y biología funcional, sirve para que esa frontera sea vista con mayor nitidez y sin confundirla con esa otra frontera que es la que separaría una ciencia rigurosamente experimental de una ciencia predominantemente observacional. Aunque en ocasiones la frontera entre esos dos grandes dominios de la biología haya coincidido y aún coincida con el límite entre la biología de los laboratorios y la biología de los naturalistas, la próxima sección nos dará la oportunidad – esperemos no perderla – de mostrar que estamos ante una distinción mucho más profunda, menos accidental, y epistemológicamente más relevante, que la que puede estar por tras de una mera diferencia de estilos o espacios institucionales.⁴

POBLACIONES Y ORGANISMOS

Así, si comparamos los experimentos hechos en demómetros con aquellos que son hechos en cualquier dominio de la biología funcional, veremos que una

⁴ De lo que acabamos de afirmar se deriva que, contrariamente a lo que algunos textos de Mayr (1980, p.9) pueden hacernos pensar, la nueva síntesis evolucionista de la que él, Julian Huxley, Simpson y sobre todo Dobzhansky fueron arquitectos no fue, en rigor, el producto de un tratado de paz y de cooperación entre biología funcional y biología evolutiva. Fue, en todo caso, la resultante de una convergencia, mediada y posibilitada por los desarrollos de un *darwinismo demostrado según el orden matemático*, entre la tradición de los naturalistas darwinianos y la emergencia de un nuevo tipo de biólogo: el darwinista de laboratorio; que no es lo mismo que un biólogo funcional. Entre Morgan y Dobzhansky hay diferencias epistemológicamente muy importantes (cfr. Mayr, 1973; Allen, 1979; Araujo, 2001).

primera diferencia, que no por obvia es menos importante, reside en el hecho de que los fenómenos estudiados en el primer caso sólo se registran en el plano poblacional. Una proporción entre alelos, un cambio en la frecuencia o en la eficacia biológica de algún gen, procesos migratorios o de deriva genética, etc., son todos fenómenos que, a diferencia de aquellos estudiados por la fisiología y la biología del desarrollo, sólo pueden señalarse y describirse en el marco de una población. Ninguno de ellos, y esto sí que es una *verdad de Perogrullo*, puede ser constatado en un organismo particular.

En cambio, un proceso celular, un fenómeno embriológico, una reacción hormonal o nerviosa son todas cosas que pueden ser apuntadas y estudiadas en el organismo individual; y no importa aquí si esos fenómenos son analizados en el nivel molecular o en niveles más complejos de organización. Es cierto, de todos modos, que, en algunos casos, la naturaleza del fenómeno estudiado o, en todo caso, la naturaleza de los propios organismos en cuyo seno tal fenómeno ocurriría, nos obliga a trabajar sobre grupos y no sobre individuos aislados.

Así ocurriría, por ejemplo, en un estudio sobre la absorción o liberación de una sustancia química cualquiera, por parte de algún tipo particular de bacteria. El mismo se valdría, muy posiblemente, de un cultivo de estos microorganismos y el fenómeno se analizaría no en cada bacteria individual, cosa que podría llegar a ser técnicamente imposible, sino considerando al cultivo en su totalidad como siendo un único agente químico que absorbe o libera una sustancia. La idea, sin embargo, es que cada bacteria individual produce ese fenómeno y lo que se estaría observando o midiendo sería, por lo tanto, la sumatoria de esos fenómenos individuales. Es decir: la cantidad de sustancia liberada o absorbida sería la suma de lo que cada bacteria puede, en media, absorber o liberar; y, en principio, ese proceso de absorción o liberación podría ser descrito y apuntado en cada bacteria individual.

Algo semejante podría decirse, incluso, sobre un posible estudio relativo a las malformaciones que produciría un agente físico o químico cualquiera en las larvas de ciertas moscas. Este estudio sería hecho, con toda seguridad, no ya sobre una única larva sino sobre muchas; y estas larvas podrían ser criadas en una caja cuyas características físicas podrían no ser muy diferentes a las de un demómetro. Pero, aún así, las malformaciones serían apuntadas y descritas sobre cada larva individual o sobre cada mosca adulta. Los ensayos clínicos sobre respuestas a medicamentos, a tratamientos o a dietas entran, por lo tanto, dentro de esa categoría de experimentos fisiológicos colectivos.

Podría ocurrir, en el caso de las moscas, que no todos los individuos de la especie estudiada tengan la misma propensión a desarrollar malformaciones. Entonces, si pudiésemos mostrar que esas diferencias obedecen a factores genéticos, cabría también estudiar el impacto que esa propensión tiene en la

eficacia biológica de sus portadores; y en ese caso nuestro estudio pasaría a versar, ahora sí, sobre fenómenos poblacionales. Lo que en ese caso cambiaría, sin embargo, no es tanto la cantidad de los organismos afectados por mi estudio sino el tipo de preguntas que en un caso y otro se plantean. Se trata, por decirlo de algún modo, de una diferencia epistemológica y no de una diferencia meramente técnica o cuantitativa.

Pero, si en estos últimos casos puede resultar relativamente fácil de mostrar cual es la diferencia entre la perspectiva poblacional y la perspectiva organicista o individual; no parece ocurrir lo mismo cuando consideramos estudios sobre cruzamientos como aquellos realizados por Morgan o por el propio Mendel. Nadie, es cierto, consideraría los trabajos de estos autores como resultados de la genética de poblaciones; pero puede no ser del todo sencillo explicar cual es la diferencia que existe entre los cruzamientos entre moscas que Morgan hacía en sus botellas y los experimentos que se hacen en una jaula de poblaciones.

La semejanza entre ambos procedimientos, por el contrario, parece obvia: podría parecer que entre una botella de Morgan y una jaula de Teissier y L'Héritier no hay más que una diferencia de tamaño. De hecho, un experimento de cruzamiento entre moscas, por simple que sea, no sólo precisa de un macho y de una hembra; sino que, por lo común, sólo se podrán obtener resultados significativos en la segunda generación. Además, esos resultados sólo serán inteligibles en la medida en que se considera y se compara la totalidad de los descendientes.

Nada significaría, en un experimento sobre *drosophila*, que del apareamiento de una hembra y un macho de ojos rojos surja una hembra con ojos del mismo color, sino se sabe que, mientras todas las hembras producidas en esa misma fecundación han tenido esa característica, algunos de los machos de allí surgidos fueron de ojos blancos; y ese hecho, a su vez, se torna mucho más revelador si sabemos que ambos progenitores son el producto de un primer cruzamiento entre una hembra de ojos rojos y un macho de ojos blancos. Por fin, si cruzamos alguno de esos machos de ojos blancos de la segunda generación con hembras de la primera generación y, pese a los ojos rojos de todas estas, obtenemos una tercera generación en donde la mitad de las hembras y la mitad de los machos tienen ojos blancos, habremos obtenido un padrón de distribución de caracteres que hubiese sido imposible de registrar vinculando los individuos con sólo sus progenitores directos; es decir: sin considerar al resto de la progenie de estos y a sus propios progenitores (cfr. Ledesma Mateos, 2000, p.586).

¿No estamos aquí, entonces, también frente a fenómenos de índole poblacional? ¿No son estos también, por acaso, fenómenos que, como dijimos

más arriba, tampoco pueden ser descriptos o apuntados en el organismo individual sino que sólo se registran y producen en el plano poblacional?

Claro, una pareja de moscas y sus descendientes no constituyen en sentido estricto una población: ningún biólogo lo consideraría así y no deja de ser significativo que predicados definitorios de una población tales como densidad, razón entre sexos, tasas de nacimientos y muertes, etc., no sean relevantes para describir los *clanes* de moscas analizados por Morgan. Es innecesario decir, por otra parte, que tampoco tendría sentido apuntar o negar la ocurrencia de fenómenos migratorios o de presiones selectivas que pudiesen afectar a tales grupos. Y esto no es una cuestión empírica sino conceptual: por definición, y contrariamente a lo que ocurre con una población, el devenir de estos *clanes morganianos* nunca podría ser perturbado por un proceso migración.

Pero, a parte de esas consideraciones, de por sí reveladoras, puede apuntarse también el hecho de que los padrones de distribución de caracteres producidos por los experimentos de Morgan son indicativos de fenómenos que, lejos de ocurrir en el plano poblacional, ocurren a nivel celular. Por eso se habla, con toda justicia, de una teoría cromosómica de la herencia (cfr. Gouyon *et al.*, 1997, p.88). Los experimentos de cruzamiento acabaron siendo, al fin y al cabo, un recurso metodológico, el único disponible, para vincular caracteres hereditarios con estructuras cromosómicas específicas (Jacob, 2000, p.56).

Así, las conclusiones del celebre artículo en el cual Morgan (1910, p. 122) presenta los experimentos sobre *drosophila* que hemos referido, versan sobre las características del óvulo y del espermatozoide que habrían estado involucrados en la generación de aquel macho mutante de ojos blancos.⁵ Sólo

⁵ Se suele caracterizar a la genética de Morgan como siendo una *genética de la transmisión* (Mayr, 1998a, p.841) que, deliberadamente, deja de lado el estudio de los aspectos fisiológicos y embriológicos de la herencia. Se habla, incluso, de una *genética formal* (Pichot, 1999, p.137). Y es innegable, además, que los experimentos con *drosophila* obedecieron a la estrategia heurística de separar los problemas de la transmisión de los problemas del desarrollo (Magner, 2002, p.402). Pero, ni la adopción de esa perspectiva, ni el lenguaje fisiológicamente neutral que suele caracterizar a los escritos de Morgan pueden hacernos perder de vista que, en última instancia, sus trabajos apuntaban al develamiento de procesos celulares específicos (cfr. Jacob, 2000, p.56; Roger, 1983, p.142-143). El análisis de la reaparición y la distribución de una característica mutante después de sucesivos cruzamientos servía para detectar el fenómeno citológico que le habría dado lugar; servía, en definitiva, para determinar la *causa próxima* de una mutación. Y eso es lo que Ernst Mayr (1998b, p.137) pasa por alto cuando, aproximando a la *genética de la transmisión* de la *genética de poblaciones*, y distinguiéndola de la *genética fisiológica*, la clasifica dentro del universo de las disciplinas biológicas ocupadas con causas evolutivas remotas.

La genética de Morgan, en contra de lo que Pichot afirma (1999, p.151), fue siempre la genética de un fisiólogo o la de un embriólogo (Magner, 2002, p.402) preocupado, incluso, con las bases físicas de la herencia (Gouyon *et al.*, 1997, p.88)

el microscopio apuntado a los convenientes cromosomas gigantes de las de las glándulas salivares de la *drosophila*, y no el demómetro, podía respaldar sus conclusiones (Rostand, 1985, p.185). Fomentando o impidiendo el cruzamiento entre ciertas moscas, lo que Morgan hacía era manipular, indirectamente, fenómenos celulares; es decir: variables de tipo fisiológico que, eventualmente, podrían también llegar a ser manipuladas de forma directa operando sobre las estructuras cromosómicas allí involucradas (cfr. Jacob, 1973, p.247; Rostand, 1985, p.184).

Al fin y al cabo, es por medio de esos procedimientos que Morgan “pone en evidencia la recombinación genética por traspaso de fragmentos entre cromosomas”; “muestra que la cantidad de recombinación mide la distancia sobre el cromosoma”; e incluso “establece la distribución de los genes sobre un cromosoma” (Jacob, 2000, p.54). Nada de eso ocurre, sin embargo, con los experimentos hechos en cajas de poblaciones. Las intervenciones que allí se realizan y los resultados que allí se obtienen se inscriben siempre y necesariamente en el plano poblacional: no tendría sentido, no sería pensable, que los mismos pudiesen ser substituidos y validados por observaciones y experimentos fisiológicos.

Mientras los resultados de Morgan no podían dejar de suscitar interrogantes sobre la fisiología de los genes y sobre su naturaleza química (Jacob, 2000, p.56), no ocurrió lo mismo con los resultados de la genética experimental de poblaciones: no hay referente fisiológico posible para conceptos como *eficacia biológica* o *frecuencia génica* y, por lo tanto, no cabe una fundamentación fisiológica de los resultados que involucren esas categorías. Estos conceptos, insistimos en lo obvio, sólo pueden ser usados para describir poblaciones y sólo pueden designar variables poblacionales; jamás variables fisiológicas u orgánicas. El propio concepto de gen de la genética de poblaciones no tiene por que tener un referente fisiológico específico; y, por eso, hoy su suerte no está atada a los avatares y dificultades del concepto de gen como secuencia de ADN.

Pero, indisolublemente vinculado con la naturaleza poblacional de las variables sobre las que se opera en la genética experimental de poblaciones, está también el hecho de que esas variables no puedan ser físicas o químicamente definidas o descriptas. A diferencia de lo que ocurre con las variables fisiológicas que siempre pueden ser analizadas, por lo menos parcialmente, en términos físico-químicos – esa era, recordemos, la tercera exigencia de aquello que denominamos determinismo bernardiano –, nunca podremos encontrar predicados o magnitudes físico-químicas que realmente nos sirvan, que sean realmente relevantes, para describir fenómenos migratorios, para medir la

eficacia biológica de un alelo o para calcular la razón entre sexos en el seno de una población.

Las poblaciones y sus avatares no pueden, en definitiva, ser descriptos nunca en términos físicos o químicos, y esto nos indica que no se trata de sistemas físicos. Las poblaciones son sistemas irreductiblemente biológicos.⁶ Los organismos que la componen las poblaciones, es cierto, pueden ser considerados como sistemas complejos de moléculas sometidos a interacciones físicas entre ellos y con el entorno en general; pero los predicados que los biólogos usan para describir esas poblaciones no aluden, ni precisan aludir, siquiera indirectamente, a esa composición molecular y a esas interacciones. Una población, en resumen, es algo más que muchos organismos juntos. Una población, dirían algunos, es un sistema que posee propiedades emergentes o sobrevinientes a las propiedades de los organismos.

Pero atención: decir que una población no es sistema físico no constituye una incursión en alguna rancia y trasnochada *metafísica de lo viviente*. Se trata, por el contrario, de simplemente reconocer que los predicados y las variables poblacionales no son ni predicados que pertenezcan al lenguaje de la física, ni variables cuyos estados puedan ser descriptos en los términos de ese lenguaje; y lo que vale para esos predicados y esas variables vale también para las intervenciones experimentales que sobre ellos podemos hacer.

Las mismas no pueden ser, ni caracterizadas en términos físicos ni mensuradas en base a magnitudes de esa índole. Nuestras intervenciones experimentales sobre las poblaciones sólo pueden, por eso, ser caracterizadas y proyectadas en términos biológicos; y es en ese sentido que cabe decir que se trata de intervenciones biológicas y no de intervenciones físicas o químicas como las que se realizan en el dominio de la biología funcional. Si en la fisiología experimental se puede hablar de la utilización de *bisturís químicos* (cfr. Grmek, 1991, p.141 y ss.); en la genética experimental de poblaciones tenemos que hablar de *bisturís biológicos*. Sólo que estos no afectan los tejidos orgánicos sino la composición de las propias poblaciones.

Es cierto, no hay cambio o diferencia que no suponga un cambio o una diferencia física; nada ocurre en este mundo si físicamente todo sigue igual. Pero, sin cuestionar esa saludable certeza fisicalista, se puede aún reconocer que cuando se altera la temperatura de una jaula de población, cuando se rocía a sus habitantes con alguna sustancia química o se los separa con una lamina

⁶ Aceptando la oposición entre *sistemas físicos* y *sistemas intencionales* propuesta por Daniel Dennet (1985, p.6 y ss.), en Caponi 2002b hemos defendido la idea de que en el contexto de la biología evolutiva, las poblaciones son consideradas como *sistemas intencionales o cognitivos*.

de vidrio, o cuando se *importan* desde otra caja moscas de una raza geográfica diferente a la original, se está haciendo algo cuya caracterización física es prácticamente irrelevante para los objetivos cognitivos de la genética de poblaciones. Todas esas intervenciones físicas sólo tendrán valor experimental dentro de ese dominio disciplinar en la medida en que puedan ser caracterizados como manipulaciones de variables específicamente poblacionales.

Un cambio de temperatura puede ser un recurso para alterar la eficacia biológica de ciertos alelos. Una mampara de vidrio o de madera puede ser un medio para producir aislamiento geográfico. Abrir la caja y soltar dentro moscas de otra proveniencia puede ser un medio para alterar el pool genético de la población inicial. Pero, en todos los casos, lo que importa es el fenómeno biológico desencadenado o la variable biológica alterada; y lo que se quiere conocer, lo que se quiere mensurar, no es el impacto de la intervención física sobre ese fenómeno o sobre esa variable que se altera; sino el impacto que la alteración de ese fenómeno o esa variable tienen sobre otros fenómenos u otras variables poblacionales. Y esto con independencia de la técnica de observación que se utilice para conocer o medir la magnitud de ese impacto.

En los experimentos de biología funcional, podríamos decir, se manipulan y controlan variables físico-químicas que afectan esos sistemas físicos complejos que son los organismos individuales. En los experimentos de biología evolutiva, en cambio, se manipulan y controlan variables biológicas y, tal vez, geográficas, que afectan esos sistemas irreductiblemente biológicos que son las poblaciones. Unos, digamos, son un tipo muy particular de experimento físico; los otros, en cambio, son experimentos de una índole diferente: son experimentos poblacionales. Y esto vale tanto para las experiencias hechas en demómetros, como para los experimentos de control biológico de plagas o los experimentos hechos por Niko Tinbergen con los nidos de gaviotas.

Notemos, por otra parte, como esas diferencias entre variables poblacionales y variables fisiológicas son también relevantes para entender mejor la diferencia entre causas próximas y causas remotas. Las primeras, lo sabemos, son fenómenos físicos o químicamente descriptibles y capaces de actuar localmente sobre un organismo individual; las segundas son factores que actúan globalmente sobre una población y alteran su composición. La selección natural es, por eso, el ejemplo privilegiado de causación remota (cfr. Martínez, 1997, p.172-173): ella actúa sobre las poblaciones; pero esa acción no podría jamás ser considerada como una resultante o una suma del modo en que ese factor operaría sobre los individuos (cfr. Martínez, 1997, p.136). Nada ni nadie podría nunca registrar la intensidad de la selección natural que opera sobre un organismo individual. De hecho, al intentar imaginar esa posibilidad

nos colocamos en el borde del *sin sentido*: la gramática del concepto de selección natural no nos deja margen para cometer ese genuino *abuso de lenguaje*.

Por eso, decir que la biología evolutiva es una biología de causas remotas es decir, *ipso facto*, que ella es una biología de poblaciones. La dimensión o la perspectiva poblacional no es, en ese sentido, un mero recurso metodológico de la biología evolutiva; no es un expediente al cual se apela frente a la inviabilidad de otras alternativas. La perspectiva poblacional es, al mismo tiempo, la condición misma de posibilidad de esa ciencia y su carácter definitorio. O como alguna vez lo explicó François Jacob:

Lo que con Darwin transforma radicalmente la actitud hacia el mundo viviente es la manera de considerar, no ya los individuos sino amplias poblaciones. Hasta este momento, lo que se examinaban eran las variaciones a las que estaba sujeto un organismo particular para vislumbrar el tipo de transformaciones que eventualmente podría sufrir. Con Darwin, los avatares y desventuras que pueden afectar a un individuo o a otro, pierden interés. Es sin duda imposible reconstruir la historia de cada animal que ha vivido sobre la tierra, pero aunque se pudiese reconstruir el destino individual de cada uno de los seres del pasado, no se llegaría tampoco a deducir de ello las leyes de la evolución y la variación. El objeto de transformación no es el organismo, sino el conjunto de organismos similares que viven y se suceden en el tiempo. Jacob (1973, p. 186-187).

Es la perspectiva poblacional, al final de cuentas, la que permite al darwinismo la formulación de preguntas que no hubiesen podido ser formuladas en relación a sistemas físicos. Las poblaciones son, por decirlo de algún modo, los miembros privilegiados y fundamentales de un dominio de experiencia diferente del de la física; y es en la constitución de esos nuevos objetos de experiencia que debemos buscar la condición de posibilidad de la biología evolutiva. Es de hecho en las poblaciones, y no en los organismos, en donde encontramos el objeto peculiar y específico de la biología. Más que en la perspectiva *organísmica* de la fisiología, es en esa perspectiva poblacional de la biología evolutiva en donde la biología se afirma como una ciencia autónoma.

Pero, si bien es cierto que en la obra de Darwin esa perspectiva funciona como la gran articuladora de todo su *largo argumento*, no es menos cierto que la misma sólo se tornó definitivamente clara con los trabajos de R.A. Fisher, J.B.S. Haldane y S.Wright. Fue en el horizonte de los sobrios modelos matemáticos desarrollados por estos autores en donde las poblaciones se terminaron de recortar como objetos de experiencia autónomos y específicos; y no es por acaso que hayan sido esos mismos modelos los que posibilitaron un

estudio experimental riguroso y sistemático de los fenómenos evolutivos. Antes del advenimiento de esos modelos era difícil de concebir un experimento biológico que no fuese un experimento fisiológico.

Con Darwin las poblaciones emergen como objetos propios de la biología. Pero es en la genética de poblaciones que se llega a constituir y a articular, quizá no a completar, un discurso adecuado para describirlas y analizarlas en tanto que sistemas de variables que están conjugadas conforme una *legalidad* que no es física. Y es en tanto que sistemas de variables conjugadas que las mismas pudieron entrar en las jaulas de Teissier y L'Héritier. El darwinismo erigió a las poblaciones en objetos de experiencia; la genética de poblaciones las recortó como sujeto de experimentación y nos permitió entender su novedad epistemológica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALLEN, G. Naturalists and Experimentalists: the genotype and the phenotype. *Studies in History of Biology* Vol. III. Baltimore: J. Hopkins University Press, 1979, p.179-210.
- ARAÚJO, A. O salto qualitativo em Theodosius Dobzhansky: unindo as tradições naturalista e experimentalista. *Historia, Ciências, Saúde*, Rio de Janeiro, 8 (3), p. 713-726, 2001.
- AYALA, F. Mecanismos de la evolución. In: *Evolución*. Barcelona: Los Libros de Investigación y Ciencia, 1979, p.13-28.
- BATES, M. *The nature of natural history*. Princeton: Princeton University Press, 1990.
- BERNARD, C. *Introduction a l'étude de la médecine expérimentale*. Paris: Flammarion, 1984[1865].
- BOESSIGER, E. "Evolutionary biology in France at the time of the Evolutionary Synthesis". In MAYR, E. & PROVINE, W. (eds) *The Evolutionary Synthesis*. Cambridge: Harvard University Press, 1980. p. 309-320.
- BRANDON, R. Presentación de los artículos de J. Hagen y D. Rudge sobre los estudios de Kettlewell. *Biology and Philosophy*, Dordrecht, 14 (1) p.1-7, 1999.
- BRANDON, R. *Concepts and Methods in Evolutionary Biology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
- BRANDON, R. *Adaptation and Environment*. Princeton: Princeton University Press, 1990.
- BREWER, R. *The Science of Ecology*. New York: Harcourt College Publishing, 1994.
- BUICAN, D. *Histoire de la génétique et de l'évolutionnisme en France*. Paris: PUF, 1984.
- CAPONI, G. Explicación seleccional y explicación funcional: la teleología en la biología contemporánea. *Episteme*, Porto Alegre, n. 14, p. 57-88, 2002a.
- CAPONI, G. La sabiduría de las especies. *Ludus Vitalis*, México, 10, *en prensa*, 2002b.
- CAPONI, G. Biología Funcional vs. Biología Evolutiva. *Episteme*, Porto Alegre, n. 12, p. 23-46, 2001a.

CAPONI, G. Claude Bernard y los límites de la fisiología experimental. *Historia, Ciências, Saúde*, Rio de Janeiro, 8 (2), p. 376-406, 2001b.

CHALMERS, A. *A fabricação da ciência*. São Paulo: UNESP, 1994.

CRONIN, H. *The ant and the peacock*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.

CUPANI, A. Acerca da natureza do experimento científico; In CUPANI, A. & MORTARI, C. (eds.) *Linguagem e Filosofia*. Florianópolis: NEL-UFSC, 2002. p.125-145.

CUVIER, G. *Recherches sur les ossements fossiles de quadrupèdes [Discours Préliminaire]*. Paris: Flammarion, 1992 [1812].

DENNETT, D. *Sistemas Intencionales*. Col. Cuadernos de Crítica n.40. México: UNAM, 1985.

GAYON, J. *Darwin et l'après-Darwin*. Paris: Kimé, 1992.

GOULD, S. *The Structure of Evolutionary Theory*. Cambridge: Harvard Univ. Press, 2002.

GOUYON, P.;HENRY, J.;ARNOULD, J. *Les avatars du gène*. Paris: Belin, 1997.

GRMEK, M. *Claude Bernard et la méthode expérimentale*. Paris: Payot, 1991.

HACKING, I. *Representar e Intervenir*. México: Paidós, 1996.

HAGEN, J. Retelling experiments: H.B.D. Kettlewell's studies of industrial melanism in peppered moths. *Biology & Philosophy*, Dordrecht, 14 (1), p. 39-54,1999.

HEIDEGGER, M. *La pregunta por la cosa*. Buenos Aires: Orbis, 1975.

HULL, D. Historical entities and evolutionary theory. In HOOKWAY, C. (ed.) *Minds, Machines and Evolution*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1984. p.17-42.

JACOB, F. *La souris, la mouche et l'homme*. : Paris: Odile Jacob, 2000.

JACOB, F. *La Lógica de lo Viviente*. Barcelona: Laia, 1973.

KETTLEWELL, H. A resumé of investigations on the evolution of melanism in the lepidoptera. *Proceedings of the Royal Society of London*, London, 145 B, p.297-303, 1956.

LEDESMA MATEOS, I. *Historia de la biología*. México: AGT editor, 2000.

LEWONTIN, R. What do population geneticists know and how do they know it? In CREATH, R. & MAIENSCHN, J. (eds.) *Biology and Epistemology*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. p.191-214.

MAGNER, L. *A History of the Life Sciences*. New York: M. Dekker, 2002.

MAGNUS, D. Down the primrose path: competing epistemologies in early XX century biology. In CREATH, R. & MAIENSCHN, J. (eds.) *Biology and Epistemology*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. p.91-121.

MARTINEZ, S. *De los efectos a las causas: sobre la historia de los patrones de explicación científica*. México: Paidós, 1997.

MAYR, E. *O Desenvolvimento do Pensamento Biológico*. Brasília: UnB, 1998a.

MAYR, E. *Así es la Biología*. Madrid: Debate, 1998b.

MAYR, E. *Toward a new philosophy of biology*. Cambridge: Harvard University Press, 1988.

MAYR, E. Some thoughts on the history of the evolutionary synthesis. In MAYR, E. & PROVINE, W. (eds) *The Evolutionary Synthesis*. Cambridge: Harvard University Press, 1980. p.1-48.

MAYR, E. Museums and Biological Laboratories. *Breviora*, Cambridge, n.416, p.1-7, 1973.

MORANGE, M. *Les mousquetaires de la nouvelle biologie: Monod, Jacob, Lwoff*. Col. Les génies de la science. Paris: Pour la Science, 2002.

- MORGAN, T. Sex limited inheritance in *Drosophila*. *Science*, London, 32, p.120-122, 1910.
- NORMAN, R. *Biología Experimental*. Buenos Aires: Troquel, 1971.
- NAGEL, E. *La Estructura de la Ciencia*. Buenos Aires: Paidós, 1978.
- NESSE, R. & WILLIAMS, G. *Evolution and Healing: the new science of darwinian medicine*. London:Phoenix, 1996.
- PICHOT, A. *Histoire de la Notion de Gène*. Paris: Flammarion, 1999.
- PICHOT, A. The strange object of biology, *Fundamenta Scientiae*, Paris, 8 (1), p. 9-30, 1987.
- POPPER, K. *Conocimiento Objetivo*. Madrid: Tecnos, 1974.
- RICQLÈS, A. *Leçon Inaugurale de la Chaire de Biologie Historique et Évolutionnisme du Collège de France*. Paris: Collège de France, 1996.
- ROGER, J. Biologie du fonctionnement et biologie de l'évolution. In Barreau, H. (ed.) *L'explication dans les sciences de la vie*. Paris: CNRS, 1983. p.135-160.
- ROSTAND, J. *Introducción a la Historia de la Biología*. Madrid: Planeta, 1985.
- RUDGE, D. Taking the peppered moth with a grain of salt. *Biology & Philosophy*, Dordrecht, 14 (1), p.9-37, 1999.
- RUSE, M. *La Filosofía de la biología*. Madrid: Alianza, 1979.
- SAMWAYS, M. *Control biológico de plagas y malas hierbas*. Barcelona: Oikos-Tau, 1990.
- SHAPER, D. The concept of observation in Science and Philosophy. *Philosophy of Science*, Chicago, 49(3), p. 485-525, 1982.
- SIMPSON, G. *La Biología y el Hombre*. Buenos Aires: Pleamar, 1974 [1964].
- SLATER, P. *Introducción a la Etología*. Barcelona: Crítica, 1988.
- SOBER, E. *The Nature of Selection*. Chicago: The Chicago University Press, 1993a.
- SOBER, E. *Philosophy of Biology*. Oxford: Oxford Univ. Press, 1993b.
- VON WRIGHT, G. On the logic and epistemology of the causal relation. In Sosa, E. & TOOLEY, M. (eds.) *Causation*. Oxford: Oxford University Press, 1993. p.105-124.

TEORÍA CRANEANA FUNCIONAL DE CORNELIS JAKOB VAN DER KLAUW: UNA TEORÍA SOBRE ADAPTACIÓN MORFOLÓGICA

Vicente Dressino y Susana Gisela Lamas***

RESUMEN

Con el advenimiento de la Teoría Craneana Funcional de van der Klaauw, la morfología pudo vincular de una forma más precisa la relación entre estructura, función y presiones ambientales. De esta forma, constituyó un marco teórico fundamental para los estudios sobre crecimiento y desarrollo craneofacial. No existen antecedentes de una reconstrucción epistemológica de esta teoría.

El objetivo del presente trabajo es realizar una reconstrucción epistemológica mediante un enfoque hipotético-deductivo de la Teoría Craneana Funcional y determinar si cumple con los requisitos epistemológicos de una teoría. Se concluye que la Teoría Craneana Funcional no define términos teóricos como “unidad funcional” y “componente funcional”, existiendo vaguedad conceptual entre ambos. La introducción de la definición de ambos conceptos permite concluir que se refieren a entidades diferentes. Y, finalmente, la teoría de van der Klaauw puede ser organizada de un modo hipotético-deductivo.

Palabras clave: Teoría Craneana Funcional, van der Klaauw, adaptación, ecomorfología, epistemología.

FUNCTIONAL CRANIAL THEORY OF CORNELIS JAKOB VAN DER KLAUW: A THEORY ABOUT MORPHOLOGICAL ADAPTATION

With the appearance of the Functional Cranial Theory of van der Klaauw, the morphology could link in a more precise way the relationship among structure, function and environmental pressures. It constituted a

* División Antropología del Museo de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. Argentina. *E-mail:* vdress@netverk.com.ar

** Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. Argentina. *E-mail:* glamas@netverk.com.ar

fundamental theoretical frame for craneofacial studies of growth and development. Antecedents of an epistemological reconstruction of this theory do not exist.

The objective of the present work is to carry out an epistemological reconstruction by means of a hypothetical-deductive focus of the Functional Cranial Theory.

It is concluded that the Functional Cranial Theory doesn't define theoretical terms as "functional unit" and "functional component", existing conceptual uncertainty between both. The introduction of the definition of both concepts allows to conclude that they refer to different entities. And, finally, the theory of van der Klaauw can be organized in a hypothetical-deductive way.

Key words: Functional Cranial Theory, van der Klaauw, adaptation, ecomorphology, epistemology.

INTRODUCCIÓN

A principios del siglo XX la biología experimental se expandió rápidamente entre una gran variedad de disciplinas biológicas. En este sentido, la morfología experimental ejerció una fuerte influencia mediante su análisis reduccionista de las relaciones causales de los fenómenos naturales. Al mismo tiempo en Alemania y Holanda se desarrollaba lo que podríamos llamar la contracara de esta visión reduccionista con el auge de la morfología idealista. Entre estas dos concepciones teóricas disímiles, C. J. van der Klaauw [1893-1972] comienza a estructurar su teoría. Así, la noción epistemológica de biología holística de la Teoría Craneana Funcional, colisiona, por un lado, con la morfología idealista y, por otro lado, constituye una visión alternativa al reduccionismo experimental liderado principalmente por los países anglosajones. Aquí es necesario aclarar un poco más las diferencias entre ambas corrientes. La morfología idealista alemana proponía la existencia de un plan fundamental general o *bauplan*, que era el responsable de la construcción de las características morfológicas del organismo. Por otro lado, el reduccionismo experimental anglosajón propiciaba un concepto mecanicista del organismo con un testeo experimental fuerte acerca del funcionamiento de las estructuras anatómicas muchas veces alejado del correlato ambiental. Ambas corrientes, sin embargo, no lograron conciliar la morfología como respuesta, por un lado, a los patrones de tamaño y forma genéticamente condicionados y, por otro lado, a las presiones ambientales. Esto llevó a la escuela morfológica holandesa a desarrollarse en un camino equidistante de las concepciones en pugna anteriormente citadas.

La Teoría Craneana Funcional de C. J. van der Klaauw (1945; 1948; 1951; 1952), permitió vincular de una forma precisa la relación entre estructura, función y presiones ambientales. Este autor propuso un concepto dinámico de la estructura del cráneo, constituyendo un aporte fundamental para los estudios evolutivos de morfología funcional, morfología comparada (en especial la diferenciación entre tamaño y forma) y ecomorfología o morfología ecológica. Es importante destacar que el término morfología ecológica fue creado por van der Klaauw para aquellos estudios que se centran en la relación entre morfología y ambiente. Esta relación puede apreciarse a lo largo de toda la Teoría Craneana Funcional. Es pertinente aclarar que en la actualidad la ecomorfología prácticamente no se diferencia de la fisiología ecológica, de la ecomecánica o de otras disciplinas que estudian el funcionamiento de los organismos vinculados con el contexto ecológico de función. Asimismo, con el advenimiento de esta disciplina se constituye el origen de una rama de la biología con un importante crecimiento como el de la biología integrativa.

Una reelaboración posterior de la teoría realizada por Moss y Young (1960), estableció un fructífero marco teórico para distintas disciplinas biomédicas. En este último sentido, ejerció una fuerte influencia sobre los estudios de crecimiento y desarrollo craneofacial, reconstrucciones maxilofaciales, modificaciones quirúrgicas de malformaciones craneofaciales, etc.

Sin embargo, la teoría de van der Klaauw presenta numerosos detractores producto de una falsa disputa entre holistas y reduccionistas y de una errónea interpretación de la obra del autor. A modo de ejemplo, HersHKovitz (1977) afirmaba –dentro de un enfoque holístico extremo– que ninguna parte de un organismo es funcional o anatómicamente independiente de otras partes. Esta crítica si bien se dirigía a Moss, es tomada en cuenta debido a que se centra en el concepto de “independencia funcional relativa de los componentes craneano funcionales”, que fue establecido en forma explícita por van der Klaauw.

Como respuesta a este punto, van der Klaauw aseveraba que “A pesar que las partes mencionadas¹ son explicadas como partes funcionales separadas, están aun por definición, unidas en un todo.” (Klaauw, 1945, p. 32) De esta forma, se puede apreciar que la división propuesta por el autor –es decir, la existencia de componentes funcionales– responde a cuestiones metodológicas respecto al objeto de estudio –en este caso el cráneo–, más que a problemas epistemológicos como los planteados en la disputa holismo-reduccionismo. Posteriormente, se podrá apreciar de una forma más clara la visión integrativa del organismo que sostenía van der Klaauw.

¹ Se refería a las distintas unidades funcionales del cráneo.

Curiosamente y a pesar de la importancia de esta teoría, no existen antecedentes de una reconstrucción epistemológica de la misma. Esta reconstrucción resulta de fundamental importancia para poder determinar su grado de coherencia interna, así como también la posibilidad de un testeo experimental de sus hipótesis.

En función de lo expuesto anteriormente, el objetivo del presente trabajo es realizar una reconstrucción mediante un enfoque hipotético-deductivo de la Teoría Craneana Funcional de van der Klaauw y determinar si cumple con los requisitos epistemológicos de una teoría.

ESTRUCTURACIÓN DE LA TEORÍA

La teoría de van der Klaauw está compuesta por un conjunto de hipótesis (hipótesis principal, hipótesis auxiliares e hipótesis derivadas). Por hipótesis principal o fundamental se entiende todo enunciado general que contiene términos teóricos y a partir del cual pueden obtenerse por deducción las hipótesis derivadas y/o consecuencias observacionales. Las hipótesis auxiliares al ser adjuntadas a la hipótesis principal, permiten la extracción de consecuencias testeables que no pueden ser obtenidas directamente sólo de la hipótesis principal. Además, las hipótesis auxiliares presentan la propiedad del testeo empírico independiente. En el caso de esta teoría se plantea un conjunto de hipótesis de alto nivel de generalidad, de las que se deducen otras hipótesis más específicas.

La hipótesis principal de van der Klaauw la constituye el siguiente enunciado:

HP: “El cráneo consiste de un número de partes funcionales relativamente separadas, que difieren en tamaño, posición y agrupamiento” (1945, p. 16; 1948, p. 1). Estas “partes funcionales” constituyen los componentes funcionales.

La primer hipótesis auxiliar podríamos enunciarla de la siguiente forma:

² Cráneos con el cerebro ubicado en posición posterior como por ejemplo en los mamíferos. Los cráneos platibásicos presentan el cerebro ubicado anteriormente, por ejemplo los seláceos (tiburones).

HA₁: En cráneos tropibásicos,² existen un cráneo facial (formado por órbita, cavidad nasal y mandíbula superior), un cráneo cerebral y un dermatocráneo³ (Klaauw, 1945, p. 16).

De la hipótesis principal y de la primer hipótesis auxiliar, el autor deduce la siguiente hipótesis derivada:

HD: El cráneo cerebral consiste de la mayor parte del neurocráneo primordial (menos la región etmoidal) y parte del techo craneano secundario del dermatocráneo (menos el opérculo, mandíbula superior y arcos zigomáticos. (Klaauw, 1945, p. 25).

El autor encuentra algunos problemas con la platibasisidad o tropibasisidad del cráneo, fundamentalmente cuándo considerar a un cráneo plati o tropibásico, por lo tanto introduce una segunda hipótesis auxiliar:

HA₂: “La platibasisidad o tropibasisidad del cráneo puede depender del estado ontogenético” (Klaauw, 1945, p. 17).

La razón de la inclusión de esta hipótesis radica en la existencia de casos en los cuales los cráneos durante las primeras etapas del desarrollo son platibásicos y en etapas posteriores devienen tropibásicos, por ejemplo en los géneros *Amia*, *Lepidosteus* de la clase Actinopterygios (holósteos, teleósteos) y en los teleósteos en general. Este cambio ontogenético reviste un gran interés desde la perspectiva de la biología del desarrollo dados los profundos cambios morfológicos que supone.

La teoría incluye una tercer hipótesis auxiliar a fin de diferenciar los componentes funcionales del cráneo:

HA₃: En el cráneo se pueden distinguir tres tipos de componentes funcionales: a) aquellos con tamaño y forma prácticamente individual; b) componentes cuyo tamaño y forma están influidos por el medio; c) componentes sin tamaño ni forma definidos. (Klaauw, 1948, p. 2).

Como ejemplo del primer tipo señala la cápsula nasal, la órbita, el laberinto y el esqueleto laríngeo. Ejemplos del segundo tipo serían la cápsula cerebral, el esqueleto de las branquias (en peces y en los primeros estadios de anfibios) y

³ Parte del cráneo de origen dérmico.

el opérculo (en peces). Y, finalmente afirma que el tercer tipo de componente no se observa en la realidad, por lo tanto, éstas serían estructuras que pueden ser predichas solamente en nivel teórico, a menos que se consideren los huesos neumáticos y esponjosos como tales.

Debemos destacar aquí la introducción del término teórico “componente funcional”, que no ha sido definido y cuya comprensión es intuitiva. Un “componente funcional” puede ser entendido como un complejo necesario para llevar a cabo una función y el conjunto de unidades morfológicas integradas para la realización de dicha función. Para comprender mejor el significado de “componente funcional” lo definiremos como:

- D₁:** Un elemento **k** compuesto de unidades funcionales **u** perteneciente a un cráneo **c** es un componente funcional con relación a alguna función general **f** en el tiempo **t**, si y sólo si,
- (i) **k** es un conjunto de **u** , y
 - (ii) **k** cumple una función general **f** en **c** en **t**.

quedan así expuestas las relaciones entre estructura, función y el tiempo (o estado ontogenético) en que ocurren dichas relaciones.

Con el fin de integrar el tamaño y la forma con las unidades craneanas funcionales en un todo, postula la cuarta hipótesis auxiliar:

- HA₄:** “La combinación de unidades funcionales en una estructura morfológica global, está determinada por numerosos factores como el tamaño relativo y su forma” (Klaauw, 1945, p. 35).

En esta hipótesis no queda clara la referencia sobre qué se entiende por “unidades funcionales”, siendo evidente su asociación con los componentes funcionales mencionados en la tercer hipótesis auxiliar. Por otro lado, se repite el caso anterior, a saber, se introduce un nuevo término teórico (“unidad funcional”) sin su correspondiente definición. Por lo tanto, proponemos que una “unidad funcional” sea definida como todo elemento que dentro de un componente cumple una función determinada relativamente independiente de las demás estructuras de ese componente. Precisemos semánticamente lo expresado anteriormente de la siguiente manera:

- D₂:** Un elemento **u** de un componente funcional **k** perteneciente a un cráneo **c** es una unidad funcional en relación a alguna estructura morfológica **m** en el tiempo **t**, si y sólo si,

- (i) **u** cumple una función determinada en **k** de **c** en relación a **m** en **t**, y
- (ii) **u** es relativamente independiente de otros **u**.

A modo de ejemplo, el autor menciona una lista de 36 unidades funcionales como cápsula cerebral, laberinto, órbita, cápsula nasal, mandíbulas superior e inferior, mecanismo suspensorio de las mandíbulas superior e inferior, unión de los músculos masticatorios al cráneo cerebral, foramen magnum, etc. (Klaauw, 1945, p. 31), las cuales coincidentemente pueden constituir componentes funcionales. Asimismo, afirma que estas 36 unidades funcionales representan un número provisorio debido a que esta cantidad depende de los objetivos del investigador. Con esto van der Klaauw quiere significar que, si el estudio se centra en los aspectos funcionales de la rama ascendente de la mandíbula, ésta puede constituir una nueva unidad funcional y, por lo tanto, las inserciones musculares de la misma también pueden constituir otra unidad funcional. Evidentemente esto adiciona vaguedad a la teoría y es uno de los puntos que suscitaron mayores críticas por parte de sus opositores. Si el cráneo posee la cantidad de unidades funcionales que estima el investigador, por lógica se hace muy difícil desde el punto de vista metodológico, la comparación de trabajos realizados por distintos investigadores.

Otro aspecto interesante de la teoría es el reconocimiento de la existencia de unidades funcionales menores que pueden asociarse en combinaciones mayores. Por ejemplo, la cápsula cerebral se combina con el esqueleto del laberinto en el cráneo cerebral. Asimismo, la mandíbula superior, la cápsula nasal y la órbita forman parte de una unidad funcional mayor como la del cráneo facial (Klaauw, 1945).

La inclusión de las hipótesis tercera y cuarta concernientes al problema del “tamaño” y “forma” indica su importancia para la teoría. El autor afirma que el tamaño debe ser diferenciado en absoluto y relativo. El tamaño relativo respecto a otras estructuras craneanas vecinas, es esencial para la posición y agrupamiento relativos de los distintos elementos craneanos. Según van der Klaauw (1948), no deben ser descuidadas las relaciones de tamaño absoluto y relativo respecto a otras estructuras como por ejemplo a todo el cráneo, al tamaño de la cabeza y al tamaño corporal. Estas correspondencias podrán apreciarse en los enunciados que se explicitarán más adelante.

Posteriormente el autor enuncia otras hipótesis auxiliares de carácter más integrativo con respecto a otras partes del cuerpo e incluso en conexión

con factores ambientales. De esta manera puede ser enunciada la quinta hipótesis auxiliar para las especies homonéuricas:⁴

HA₅: “En especies homonéuricas, si el cuerpo aumenta de tamaño, el cráneo facial no participa de la reducción relativa de la cápsula cerebral” (Klaauw, 1948, p. 79).

A modo de ejemplo de este enunciado cita la comparación entre el cráneo del tigre (*Felis tigris*) respecto del gato montés (*Felis catus*). Las especies pequeñas (*Felis catus*) presentan un cerebro y cápsula cerebral relativamente grandes, mientras que en las especies grandes (*Felis tigris*) tanto el cerebro como la cápsula cerebral son relativamente pequeños. A pesar de la relación inversa entre el incremento del tamaño corporal respecto al tamaño de la cápsula cerebral, puede apreciarse claramente la estabilidad del esqueleto facial en su conjunto.

En relación con la hipótesis anterior se enuncia la sexta hipótesis auxiliar de la siguiente forma:

HA₆: En especies heteronéuricas,⁵ cuando el peso corporal es el mismo entre animales relacionados o entre animales que poseen el mismo plan morfológico, si poseen un alto coeficiente de encefalización, entonces tendrán una cápsula cerebral mayor y un esqueleto facial menor. (Klaauw, 1948, p. 80).

Un ejemplo de este caso lo constituye la comparación entre el volumen de la cápsula cerebral del género *Pithecanthropus* (actualmente género *Homo*) el cual es pequeño comparado con el hombre moderno (*Homo sapiens*) y grande en comparación con los monos antropoides. Por otro lado, el neurocráneo de *Daubentonia* (Lemuriformes, aye-aye) es grande en relación al esqueleto facial al compararlo con mamíferos de similar tamaño. En estos ejemplos podemos apreciar que el aumento del coeficiente de encefalización se corresponde con una disminución del esqueleto facial.

La séptima y octava hipótesis auxiliares establecen un vínculo importante entre morfología y medio ambiente, es decir, pueden interpretarse como

⁴Término acuñado por Dubois para referirse a especies que poseen el mismo coeficiente de encefalización. Dichas especies generalmente pertenecen al mismo género o familia.

⁵Término generado por Dubois para especies con distinto coeficiente de encefalización.

principios encuadrados actualmente dentro del campo de la ecomorfología. De esta forma, la séptima hipótesis auxiliar puede enunciarse de la siguiente manera:

HA₇: “Si una especie posee hábitos de vida acuáticos y tiene gran tamaño corporal, entonces posee un cráneo de gran tamaño” (Klaauw, 1948, p. 70).

Esta hipótesis está claramente ejemplificada en los cetáceos, el género *Hippopotamus*⁶ y por los Plesiosaurios, grandes reptiles marinos mesozoicos con hábitos de vida estrictamente acuáticos. En estos ejemplos existe una clara relación directa entre los tamaños corporal y craneano, es decir, gran tamaño corporal con gran tamaño craneano. El fundamento de esta relación se vincula con las condiciones semejantes a la de la ingravidez que brinda el medio de vida acuático, que permite soportar un cráneo de grandes dimensiones sin que vaya en detrimento del rendimiento del organismo.

La octava hipótesis auxiliar representa la contrapartida de la anterior:

HA₈: “Si un animal posee hábitos de vida terrestres y tiene un gran cuerpo, entonces tendrá una cabeza y cráneo livianos” (Klaauw, 1948, p. 70).

Esto puede apreciarse en elefantes, los cuales si bien poseen un gran cráneo, éste es pequeño en relación con el cuerpo. El autor asume que para un animal de gran tamaño corporal la posibilidad de tener una cabeza relativamente pequeña constituye una ventaja adaptativa para la exploración activa del medio ambiente. Otros ejemplos en donde puede observarse esta relación es en los cérvidos, las jirafas y los grandes dinosaurios.

A partir del conjunto de hipótesis precedentes van der Klaauw formula los siguientes enunciados respecto al componente cerebral:

- E₁:** Existe relación entre el tamaño del cerebro y la longitud del cuerpo (Klaauw, 1948, p.116).
- E₂:** Existe relación entre el tamaño del cerebro y el desarrollo del sistema muscular (Klaauw, 1948, p.116).
- E₃:** Existe relación entre el tamaño del cerebro y el desarrollo de los órganos de audición, tacto y olfato (Klaauw, 1948, p.116).

⁶ En este caso, a pesar que estos animales pueden alimentarse en tierra firme, pasan la mayor parte del tiempo en el agua.

En estas afirmaciones el autor no especifica claramente qué tipo de relación es la que existe entre el cerebro y la longitud corporal o el desarrollo muscular, esto es, si se trata de una relación directa o inversamente proporcional. Y esto es importante ya que, como fuera citado anteriormente, en *Diplodocus* podemos apreciar una gran longitud corporal y una musculatura muy desarrollada con un cerebro extremadamente pequeño. Y si el tamaño del cerebro se relaciona con el sistema muscular, tampoco queda claro de qué forma se vinculan.

Para el componente ocular el autor formula los siguientes enunciados:

- E₄: Existe relación entre el tamaño del ojo y la longitud del cuerpo (Klaauw, 1948, p.116).
- E₅: Existe relación entre el tamaño del ojo y la velocidad de locomoción (Ej.: los animales domésticos tienen ojos más pequeños que los salvajes) (Klaauw, 1948, p.116).
- E₆: Existe relación entre el tamaño del ojo y la forma de búsqueda de alimento (Klaauw, 1948, p.116).
- E₇: Existe relación entre el tamaño del ojo y la intensidad de luz del medio (ambientes sin luz = ojos rudimentarios; ambientes con escasa luz = ojos grandes) (Klaauw, 1948, p.118).

Las aseveraciones respecto al componente olfatorio pueden enunciarse del siguiente modo:

- E₈: La relación topográfica de la cápsula nasal respecto a la cápsula cerebral está determinada por: a) tamaño, posición e inclinación del plano de la fenestra olfatoria; 2) la inclinación de la maxila (mandíbula superior) con respecto a la cápsula cerebral (Klaauw, 1948, p.164).
- E₉: El tamaño, posición e inclinación del plano de la fenestra olfatoria está conectada con el lugar y la forma según la cual el nervio olfatorio o las fibras olfatorias dejan la cavidad craneana para desde el cerebro entrar a la cavidad nasal (Klaauw, 1948, p. 165).

Respecto al componente oral pueden formularse los siguientes enunciados:

- E₁₀: El tamaño absoluto de la mandíbula superior y del hocico se relacionan con el tamaño absoluto del cuerpo (Klaauw, 1951, p. 182).
- E₁₁: El tamaño absoluto de la mandíbula superior y del hocico es grande en animales de cuerpo absolutamente grande (Klaauw, 1951, p. 182).

- E₁₂:** El tamaño de las mandíbulas superior e inferior se relacionan con: a) el desarrollo de los dientes, b) los músculos masticatorios y c) los mecanismos masticatorios. Estos tres factores a su vez se relacionan con: 1) el tamaño del animal, 2) el uso de la mandíbula superior en la alimentación y en el manejo y consumo del alimento y 3) el uso de los dientes como armas (Klaauw, 1951, p. 182-183).
- E₁₃:** No existe proporción entre el tamaño de la mandíbula superior y el tamaño del cráneo cerebral (Klaauw, 1951, p. 186).
- E₁₄:** El tamaño del hocico está determinado por la situación de la órbita (Klaauw, 1951, p. 249).
- E₁₅:** La situación mutua de la mandíbula superior y la cápsula cerebral presenta muchas diferencias en especies estrechamente relacionadas, razas y en distintos estados ontogenéticos de una especie (Klaauw, 1951, p. 253-254).
- E₁₆:** El tamaño de la mandíbula superior está relacionado con el de la mandíbula inferior (Klaauw, 1951, p. 273).
- E₁₇:** En vertebrados superiores la altura de la mandíbula superior está fuertemente relacionada con la presión ejercida durante la masticación, esto es, a mayor presión, mayor altura (Klaauw, 1951, p.294).
- E₁₈:** El perfil del cráneo es influenciado por el tamaño de los caninos (Klaauw, 1951, p. 331-332).

Finalmente, las aseveraciones respecto de las inserciones musculares al cráneo son las siguientes:

- E₁₉:** Los músculos afectan la superficie, el grosor y la estructura del cráneo, en relación con las líneas de tensión en los puntos de inserción (Klaauw, 1952, p. 369).
- E₂₀:** El desarrollo de los músculos del cuello depende del peso de la cabeza y del cráneo (Klaauw, 1952, p.378).

CONCLUSIONES

Tal como se afirmó en la introducción, es evidente que la teoría craneana de van der Klaauw constituye un intento de vincular la anatomía con las adaptaciones al medio ambiente. Esto es, constituye una teoría sobre adaptación ecomorfológica. De la argumentación expuesta puede llegarse a las siguientes conclusiones:

1. No se definen términos teóricos como “unidad funcional” y “componente funcional”. Además, existe vaguedad en dichos términos porque no están claros los límites de su aplicación. Por otra parte, van der Klaauw reconoce que son dos términos diferentes pero los usa como sinónimos. Así, la teoría enumera como “unidades funcionales” a elementos que son considerados como “componentes funcionales”.
2. Las definiciones de los términos teóricos de “unidad funcional” y de “componente funcional” introducidas en el presente trabajo, indican que se tratan de dos entidades diferentes. Esto plantea la necesidad de reestructurar la teoría teniendo en cuenta esta distinción conceptual.
3. Finalmente puede afirmarse que la Teoría Craneana Funcional puede organizarse de un modo hipotético-deductivo teniendo una hipótesis principal, ocho hipótesis auxiliares y veinte enunciados que se derivan de las hipótesis anteriores. De estos veinte enunciados pueden derivarse diversas consecuencias observacionales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer los comentarios vertidos por el árbitro anónimo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- HERSHKOVITZ, P. *Living new world monkeys (Platyrrhini)*. Vol.1. Chicago: The University of Chicago Press. 1977.
- KLAAUW, C.J. van der. Cerebral skull and facial skull. A contribution to the knowledge of skull-structure. *Archives Néerlandaises de Zoologie*, 7:16-37, 1945.
- . Size and position of the functional components of the skull. A contribution to the knowledge of the architecture of the skull, based on data in the literature. *Archives Néerlandaises de Zoologie*, 9:1-176, 1948.
- . Size and position of the functional components of the skull. A contribution to the knowledge of the architecture of the skull, based on data in the literature. *Archives Néerlandaises de Zoologie*, 8:177-368, 1951.
- . Size and position of the functional components of the skull. A contribution to the knowledge of the architecture of the skull, based on data in the literature. *Archives Néerlandaises de Zoologie*, 8:369-559, 1952.
- MOSS, M.L; Young, R.W A functional approach to craniology. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 18:281-292, 1960.

EPISTEMOLOGIA DE LUDWIK FLECK COMO REFERENCIAL PARA A PESQUISA NAS CIÊNCIAS APLICADAS

*Márcia Regina Pfuetzenreiter**

RESUMO

O texto traça as linhas gerais do pensamento de L. Fleck por meio da análise de seus principais trabalhos no campo da epistemologia. Foram consultadas publicações anteriores e posteriores à monografia de 1935, até o último trabalho datado de 1960 e escrito pouco antes de sua morte. Desta forma, procurou-se compreender o desenvolvimento de suas idéias e estabelecer conexões entre o seu pensamento e a atividade prática no campo das ciências aplicadas, com especial atenção para o ensino nas ciências da saúde.

Palavras-chave: Fleck, epistemologia, sociologia do conhecimento, ciências aplicadas.

THE EPISTEMOLOGY OF LUDWIK FLECK AS A REFERENTIAL FOR RESEARCH IN THE APPLIED SCIENCES

The text traces the general lines of thought of L. Fleck through an analysis of his major works in the field of epistemology. Publications before and after the monograph of 1935 were consulted, up to the last work dated 1960 and written shortly before his death. Through this procedure, this study has sought to understand the development of his ideas and establish connections between Fleck's concepts and practical activity in field of applied science, focusing especially on the teaching of the health sciences.

Key words: Fleck, epistemology, sociology of knowledge, applied science.

INTRODUÇÃO

Este trabalho se propõe a apresentar o encadeamento das idéias de Ludwik Fleck, oferecendo uma visão panorâmica de sua obra. A necessidade

* Professora do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Tecnologia, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). *E-mail:* marcia@cav.udesc.br

de um aprofundamento do pensamento do epistemólogo surgiu pela observação de que esse autor tem sido conhecido especialmente pelas idéias contidas no livro *La génesis y el desarrollo de un hecho científico* (Fleck, 1986a).

Para melhor compreensão do uso da concepção teórica de Fleck como referencial, será primeiramente exposto de modo sucinto seu pensamento. Nesse momento, será apresentado um indicativo para a caracterização de um estilo de pensamento – uma das principais categorias epistemológicas estabelecidas pelo autor. Para que esse assunto seja colocado com maior precisão, será examinada a maneira pela qual o epistemólogo trabalhou a relação entre a atividade prática e a constituição de um estilo de pensamento ao longo de seus textos. Em seguida, serão apresentados trabalhos na área do ensino da saúde nos quais as idéias do epistemólogo são utilizadas como fundamento teórico. Ao final, será elaborada uma justificativa sobre a aplicação do referencial em pesquisa no ensino das ciências aplicadas, com especial atenção para o ensino das ciências da saúde.

1. AS IDÉIAS CENTRAIS DE LUDWIK FLECK EXPOSTAS NO LIVRO PUBLICADO EM 1935

Além de se dedicar à medicina, Ludwik Fleck (1896-1961) interessou-se de maneira mais casual do que sistemática por obras filosóficas, sociológicas e da história da ciência. No clima favorável de interdisciplinaridade de Lwów, cidade onde nasceu e permaneceu trabalhando na Universidade e nos Laboratórios e Institutos, havia vários círculos científicos que eram freqüentados por ele. Nessa época, foi criada a Escola de Lwów-Varsóvia, com orientação neo-positivista, influenciada pelo Círculo de Viena (Schäfer & Schnelle, 1986).

Ao longo de seu livro *La génesis y el desarrollo de un hecho científico*, Fleck (1986a) descreve a progressão do conceito de sífilis até culminar com o desenvolvimento da reação de Wassermann, utilizada para o diagnóstico sorológico dessa enfermidade. Por meio de uma incursão na história – utilizada como apoio metodológico –, introduz elementos de sociologia à epistemologia e conduz o leitor à compreensão de suas principais categorias: estilo de pensamento, coletivo de pensamento, círculo esotérico e exotérico e formação de pré-idéias ou proto-idéias.

Publicado em 1935, o ensaio não obteve qualquer impacto na época, apesar de ter sido escrito como uma crítica ao empirismo lógico. Fleck acentuava que a ciência deveria ser entendida como uma atividade historicamente elaborada por coletivos, mas estas questões de fundo sociológico e psicológico não eram consideradas importantes em seu tempo (Bombassaro, 1995). O autor de *La*

gênesis... parte do pressuposto que o conhecimento teria uma origem sócio-histórica e para tanto, lança como pontos centrais dois conceitos inter-relacionados que são o de estilo de pensamento e o de coletivo de pensamento.

Fleck anuncia uma importante discussão no campo epistemológico que é o da relação entre a observação e a teoria, ambos ligados à concepção de fato, que é inicialmente questionado (Bombassaro, 1995). O prólogo do livro apresenta uma crítica à visão de fato como algo fixo, permanente e independente da opinião subjetiva do cientista. Esta concepção é colocada em contraposição com a transitoriedade das idéias e das teorias. Deste modo, o fato médico da reação de Wassermann para o diagnóstico da sífilis seria adequado para reflexões epistemológicas pelo seu conteúdo histórico (Fleck, 1986a). A amplitude da proposta do autor pode ser percebida pela compreensão da articulação feita entre um fato científico e o estilo de pensamento em que a definição do que seja um fato científico ultrapassa o âmbito da psicologia e da história.

Na epistemologia de Fleck, o fato científico é compreendido dentro da estrutura de um estilo de pensamento, ou seja, ligado às concepções de observação e experiência. Por consequência, o fato está estreitamente relacionado ao modo de perceber. O autor denomina a disposição para o perceber orientado como um *estilo de pensamento* e as idéias compartilhadas por um determinado grupo como *coletivo de pensamento*.

Fleck defende que há uma conexão entre o estilo de pensamento de uma época e os conceitos que são considerados pertinentes para a mesma época. Haveria, portanto, um condicionamento histórico-cultural caracterizado por uma certa regularidade histórica no desenvolvimento do pensamento. Ele se refere à epistemologia comparada, que permite relacionar as idéias atuais às do passado, traçando linhas de conexão entre ambas para compreensão do estágio atual do conhecimento. Todavia, para explicar a existência de uma enfermidade, devem ser levadas em consideração, além das relações históricas, as conexões sócio-cognoscitivas que influenciarem seu conceito.¹ Muitos fatos científicos encontram-se vinculados a idéias iniciais ainda mal delineadas, chamadas de proto-idéias ou pré-idéias. O autor deixa claro que nem sempre os fatos científicos emergem destas proto-idéias, podendo, muitas vezes, não serem encontradas relações históricas entre idéias antigas e modernas.

¹ Lindenmann (2001) é de opinião de que somente as forças sociais não poderiam desempenhar um papel decisivo na aceitação de determinadas idéias como dominantes dentro de um grupo. O autor analisou a descrição de Fleck sobre a receptividade pelo coletivo dos agentes etiológicos propostos por dois grupos de cientistas para a sífilis. Lindenmann (2001) observa que a influência e uma certa publicidade em torno do coletivo não teriam sido suficientes para a aprovação da idéia da *Spirochaeta pallida* como agente causal da enfermidade.

Haveria duas fases no desenvolvimento das idéias: A primeira seria a fase de classicismo em que todos os fatos concordam e se adaptam perfeitamente à teoria. Em seguida, alguns fatos começam a não se encaixar tão bem. Aqui são caracterizadas as exceções que vão se tornando cada vez mais freqüentes. As observações que contradizem uma teoria são explicadas e reinterpretadas para se conciliarem com o conhecimento novo. Fleck (1986a) conclui que a persistência dos sistemas de idéias é uma estrutura determinada por um estilo de pensamento.

Com o auxílio da *Gestalt*, Fleck explica os tipos de observar: o ver confuso inicial e o observar como ver formativo direto e desenvolvido. O ver formativo direto exige um treinamento prévio no campo científico em questão. Esta preparação desperta a capacidade para uma visão direcionada para determinada perspectiva, ao mesmo tempo em que anula a habilidade para outras formas de percepção. Esta disposição para o perceber dirigido constitui o componente principal do estilo de pensamento. Ao contrário, o ver confuso inicial não está impregnado pela visão direcionada do estilo (Fleck, 1986a).

Fleck (1986a) sustenta que a epistemologia não deve apenas considerar a relação bilateral entre o sujeito e objeto para a construção do conhecimento, mas deve considerar o estado de conhecimento como um terceiro componente desta relação, para ligar o conhecimento ao conhecer. O conhecimento não seria um processo individual, mas uma atividade social, o que poderia indicar a presença de diversos níveis. Conseqüentemente os pensamentos transitam livremente de um indivíduo a outro dentro de uma comunidade, sofrendo pequenas modificações até transformar-se no pensamento do coletivo. No conceito de coletivo de pensamento está impregnado o estado de conhecimento e o meio cultural em que se encontra o sujeito cognoscente. O estilo de pensamento somente permite a utilização de determinado método e por conseqüência a interpretação dos fatos de uma maneira dirigida – a harmonia das ilusões – que impede a percepção de outras formas e de outros fatos.

Com relação à aquisição do conhecimento pelas novas gerações, Fleck assinala que a aprendizagem está relacionada com a estrutura sócio-cultural de uma comunidade e o conhecimento possui a finalidade de reforçar o vínculo social. O ver formativo é alcançado após a aquisição de experiência, obtida mediante treinamento preliminar. A função do estilo de pensamento seria justamente a de proporcionar o ver formativo. Ao contrário deste último, o ver confuso inicial não estaria “contaminado” pelo estilo. Como o próprio nome anuncia, trata-se de um ver caótico, com uma mescla de vários estilos de pensamento, sem coesão e consolidação de idéias.

Na estrutura geral do coletivo de pensamento, Fleck distingue os círculos esotérico e exotérico. O primeiro, menor, seria formado pelos especialistas,

enquanto o maior representa a opinião pública. As pessoas poderiam pertencer a vários coletivos simultaneamente, atuando como veículos na transmissão de idéias entre os coletivos. Como portador comunitário do estilo de pensamento, o coletivo de pensamento determina quais os problemas que podem ser considerados pertinentes para resolução. Assim sendo, o estilo de pensamento corresponde a uma aplicação prática. A importância da prática para o estabelecimento de um estilo de pensamento será pormenorizada ao longo deste texto. Sobre esse assunto, Fleck afirma que:

A todo estilo de pensamento lhe corresponde um efeito prático. Todo pensar é aplicável, posto que a convicção exige, seja a conjuntura certa ou não, uma confirmação prática. A verificação de eficiência prática está, portanto, tão unida ao estilo de pensamento como a pressuposição. (Fleck, 1986a, p. 151).

Harwood (1986) observa que a discussão de Fleck sobre a estrutura social é um tanto abstrata. Para o autor, Fleck relata com riqueza de detalhes a observação, classificação e emergência de um fato na bacteriologia igualmente como faz uma análise minuciosa da respectiva organização das comunidades científicas (coletivos). Porém, faltam elementos para melhor fundamentação quando o epistemólogo aplica os termos “coletivo de pensamento” e “estilo de pensamento” à ciência concreta.

O crítico cita algumas passagens da monografia de Fleck traduzidas para o inglês para argumentar sua afirmação. Em um dos trechos (Fleck, 1979, p. 103-105) é colocado que a ciência moderna é constituída por um único coletivo de pensamento, fazendo freqüentemente alusão “ao” estilo de pensamento da ciência moderna, em oposição à religião, arte, moda esporte ou política. Por outro lado (Fleck, 1979, p. 108), ele também se refere de passagem aos distintos estilos de pensamento nas diferentes disciplinas coletivas e mesmo de diferentes cientistas. Nesse segmento do texto, são feitos comentários sobre os estilos de pensamento existentes entre os físicos e os biólogos e citados rapidamente os termos as matizes de estilo, variedades de estilo e estilos diferentes, mas sem conciliar o uso dado à expressão “estilo de pensamento” nos dois trechos mencionados anteriormente, ou seja, na ciência moderna como um todo e nas ciências naturais. Contudo, o próprio Fleck assinala na mesma passagem que não poderia ser missão daquele trabalho de elaborar uma teoria completa dos estilos de pensamento, mas que apenas pretendia apontar certas propriedades da circulação intercoletiva do pensamento.

Mais adiante, no final da monografia (seções 4 e 5), Harwood (1986) anotou que Fleck começa a aplicar o termo estilo de pensamento de uma forma

mais promissora, discutindo diferentes estilos dentro de uma dada disciplina, mas o faz valendo-se de períodos históricos bem distantes e distintos. Ele prossegue mostrando que, pela falta de melhor elaboração conceitual, a análise do epistemólogo não é tão útil quanto poderia ser para sociólogos contemporâneos e historiadores interessados em contrapor estilos dentro de uma dada disciplina em um período particular.

Tendo em vista essas dificuldades apontadas, é preciso que sejam delimitados critérios que permitam o reconhecimento da categoria epistemológica “estilo de pensamento” que tornem possível a sua utilização nas pesquisas. Isto será feito por meio de uma análise detalhada dos outros escritos de Fleck, como será apresentado a seguir.

2. A ATIVIDADE PRÁTICA COMO NORTEADORA PARA A CONSTITUIÇÃO DE UM ESTILO DE PENSAMENTO

Fleck baseou a categoria que denominou de “estilo de pensamento” essencialmente na atividade prática. Por sinal, a aplicação prática foi alvo de intensa preocupação, revisitado constantemente em seus escritos. Este tema foi discutido em vários de seus textos relacionado com aspectos sociais como a utilização de instrumentos por determinado coletivo, com o emprego de uma linguagem própria, com o ensino e com a percepção direcionada para a aquisição de habilidades, de prática e de experiência pelos indivíduos para tomarem parte de um grupo.

2.1 Primeiros Escritos

O primeiro estudo epistemológico de Fleck, publicado em 1927 (Fleck 1986b) – *Algumas características específicas do modo de pensamento médico* (título original em alemão) – foi apresentado em abril de 1926 em uma conferência para a Sociedade de Amigos na História da Medicina, em Lwów, e publicado nos Arquivos dessa Sociedade em 1927. A inovação estaria em se tratar de um texto epistemológico voltado para a medicina, não a física, e pela revelação do caráter interdisciplinar e coletivo do conhecimento (Schäfer & Schnelle, 1986).

Nesse escrito, Fleck inicia fazendo considerações acerca da forma de pensar da ciência médica e são tratados, de maneira embrionária, o conceito de estilo de pensamento, a idéia relacionada à linguagem própria de cada campo de pensamento e época, e a relação entre teoria e prática. Para o autor, existe

a formação de um estilo específico para a compreensão e tratamento dos fenômenos médicos o que conduziria a um modo específico de pensamento (ele antecipa o que posteriormente iria denominar como estilo de pensamento). Em medicina, o profissional se confronta com uma infinidade de fenômenos e a diferença entre o conhecimento dos médicos e dos cientistas consiste em que “um cientista olha para um fenômeno típico e normal, enquanto um médico estuda precisamente o fenômeno atípico, anormal e mórbido.” (Fleck 1986b, p. 39). Esta afirmação remete ao prólogo de sua monografia, em que mostra que os estudos epistemológicos se referem normalmente a exemplos da física, mas a medicina também ofereceria terreno fértil para esse tipo de reflexão.

Não há limites fixos e definidos entre saúde e doença e para Fleck (1986b), o desafio do pensamento médico estaria em encontrar leis para explicar as irregularidades próprias da área, a fim de obter uma compreensão racional para os fenômenos. Este objetivo de encontrar algumas relações frente à aparente confusão de sinais e sintomas é, a princípio, atingido mediante o agrupamento dos fenômenos mórbidos. A forma de pensamento médico produz o quadro fictício da unidade mórbida e procura aproximar a descrição individual ao agrupamento construído, sem, no entanto, corresponder completamente a ele.

Ao procurar enfrentar o problema da pluralidade das enfermidades pelo agrupamento das mesmas, o pensamento médico apresenta o problema da vinculação entre teoria e prática. Esta particularidade produz uma lacuna entre a teoria – o conhecimento trazido pelos livros – e a prática médica diária. As enfermidades, segundo o autor se transformam em construções e abstrações com base nas observações estatísticas individuais e eliminam o caráter individual do elemento mórbido.

Fleck (1986b) formula a primeira noção do que denominaria mais tarde como estilo de pensamento, quando afirma que um campo de pensamento cria um estilo peculiar para cada época com utilização de uma linguagem própria. O desenvolvimento da ciência se daria por meio de estágios que seriam permeados por estilos específicos de pensamento (o autor busca conexão com a história da ciência, o que ficará cada vez mais evidenciado em seus escritos).

Em seu segundo texto, datado de 1929, Fleck (1986c), que amplia suas idéias do campo médico para as ciências naturais, tece comentários a respeito do processo cognitivo e destaca que o conteúdo do conhecimento não pode ser considerado abstraído da cultura. Cada nova atividade cognitiva depende do que foi previamente compreendido e acumulado, o que constitui a fundação de um novo conhecimento e permite sua construção. São enumerados três sistemas de fatores que contribuem para o conhecimento e que interagem: a carga da tradição, o peso da educação e o efeito da seqüência dos atos cognitivos. A epistemologia deve manter esses fatos sociais dentro de um contexto cultural e

histórico. Fleck não admite que o indivíduo seja uma tábula rasa, mas antes, alguém que traz predisposições que são decisivas para os conteúdos da cognição e seria estimulado a apresentar um olhar dirigido (o que será denominado, mais tarde, como ver formativo).

Para o autor, o fator social não deve ser desprezado na gênese da cognição e cada conhecimento tem seu estilo de pensamento constituído por sua própria tradição e educação. Por esse motivo, ele acrescenta que uma pessoa com educação humanística não compreende as ciências naturais. A dificuldade não estaria sobre a forma de resolução dos problemas, mas sobre a origem e significância das indagações. Portanto, cada forma de conhecimento apresenta, no tratamento de suas questões, diferentes regras e diferentes propósitos.

Sobre a associação entre teoria e prática, Fleck (1986c) comenta que no caso particular das ciências naturais há paralelamente a uma prática, uma teoria dirigida, que o autor denomina de “*Gestalt* oficial da ciência”. A prática das ciências naturais não pode ser aprendida nos livros, que mantêm silêncio sobre as mesmas. O que não é revelado – que só pode ser aprendido na prática – são as pequenas divergências, as exceções que confirmam a regra e os erros acidentais e inevitáveis (mais adiante, no texto de 1946, Fleck discutirá um curioso exemplo ocorrido em um campo de concentração, que ilustrará de modo claro a relação teoria-prática). Tudo isso forma o estilo de pensamento da prática científica, que nasce da tradição e deve preservar as regularidades. O estilo de pensamento marca cada época e imprime na personalidade dos cientistas o método e o estilo para as soluções dos problemas.

2.2 Os Trabalhos Posteriores à Monografia

2.2.1 *Década de 1930*

Em 1935, mesmo ano em que o livro foi editado, Fleck (1986d) publicou o texto intitulado *Observação científica e percepção em geral* em que explora as etapas do desenvolvimento do coletivo de pensamento. A questão do ver formativo direto e desenvolvido, já esboçada em textos anteriores e explicitada no livro (Fleck 1986a) é retomada. O autor notou que, em sua profissão, quando alguém olha para uma preparação microscópica feita a partir de uma cultura bacteriana, observará determinada imagem e utilizará uma descrição de difícil compreensão por um leigo, mas familiar para o observador treinado. Novamente o autor afirma que, primeiramente, deve-se aprender a olhar, a fim de se desenvolver a capacidade de ver aquilo que forma a base de uma dada disciplina.

O que distingue o especialista do leigo é a experiência e a prática que cada um apresenta. O especialista sofre longo treinamento para adquirir a habilidade para perceber certas formas. Conseqüentemente, não se pode falar em boa ou má observação, mas em observações consistentes ou não com certo ramo da ciência. A experiência e a habilidade adquiridas não podem ser substituídas por uma fórmula verbal (daí a discrepância entre as informações contidas nos livros – a teoria – e a prática, mencionada em textos anteriores).

Um observador não treinado é incapaz de fornecer descrições úteis em um campo; ele apenas se limitará a fornecer detalhes considerados desnecessários, enquanto omitirá informações fundamentais. Mesmo em atividades que exigem observação cuidadosa, há restrita perspicácia de visão com uma espécie de cegueira à percepção de fenômenos diferentes do que as pessoas estão habituadas a observar. A aquisição da habilidade em perceber certas formas traz, como contrapartida, a incapacidade de percepção de outras. Na educação, as crianças são levadas a observar precisamente aquilo que o professor e os adultos vêem, ao mesmo tempo em que perdem a aptidão para ver outras formas – o que poderia conduzir a uma esterilização de sua capacidade criativa. Igualmente, no treinamento de pesquisadores, estes não se tornam conscientes de que não escolhem o modo de pensamento que vão adquirir. O conceito de estilo de pensamento aqui utilizado é de uma atitude mental e pensamento prático.

O estilo de pensamento desta forma compreendido é o resultado da educação prática e teórica de um dado indivíduo; transita do professor ao aluno, é um certo valor tradicional que é objeto de estudo de um desenvolvimento histórico específico e de leis sociológicas específicas. (Fleck, 1986d, p. 66).

O estilo de pensamento não apenas determina a observação do objeto, mas também acentua certos elementos enquanto despreza outros. Dois observadores com estilos distintos apresentam observações desiguais sobre o mesmo objeto, transformando-o em objetos díspares. Para relatar as observações, que serão completamente discordantes, farão uso de expressões distintas ao se comunicarem. Se, porventura, houver coincidência de expressões, a conotação dada às mesmas será dissonante. Entretanto, são notadas pequenas divergências individuais entre diferentes observadores pertencentes ao mesmo estilo de pensamento, que são devidos às diversas escolas às quais esses observadores fazem parte. Percebe-se aqui que o autor desconsidera as interpretações individuais para os fatos.

O autor volta a comentar sobre o conhecimento estar orientado pelo tipo de visão e de observação de cada época, sofrendo um processo de desenvolvimento e cita o exemplo da evolução da observação do bacilo da difteria. O que foi visto em 1900, dezesseis anos após a descoberta do germe, foi sofrendo modificações, até que o significado da doença em 1926 diferia bastante daquele de 1900. Para Fleck, é desta maneira que se estabelece o olhar dirigido, ou seja, o que foi visto quando da identificação do agente foi passando por inúmeras alterações, até que a descrição dos germes e do próprio significado da doença foi se transformando e mudou muito em relação ao conceito original.

Existe um certo coletivo de homens que possuem um estilo de pensamento comum. Este estilo desenvolve e é, em cada estágio, conectado com a história. Ele cria uma certa atitude definida, que é concedida por métodos sociológicos para os membros do coletivo, e dita o que e como estes membros vêem. (Fleck, 1986d, p. 72).

A transformação de um estilo de pensamento se dá quando ocorre adaptação de alguns modos de percepção do pensamento tradicional. Surge, então, uma nova atitude que permite uma maneira específica de compreender os fatos. Um anatomista do século XVI, por exemplo, jamais seria capaz de ver as relações que vemos atualmente, mesmo que isto fosse mostrado a ele em sua época. Não é um procedimento simples a percepção das coisas de modo diferente. Todo o estilo de pensamento deve sofrer mudança que é provocada por uma disposição que induz a uma atitude em outro sentido: “uma inquietude intelectual específica deve surgir e uma mudança do modo do coletivo de pensamento, que é condição necessária para criar simultaneamente a possibilidade e necessidade de ver algo novo e diferente.” (Fleck, 1986d, p. 74-75).

As descobertas são acompanhadas pela substituição de alguns detalhes por outros, que simplesmente desaparecem dando lugar a novas descrições. Cada época acentua as características próprias e consistentes com o estilo que lhe é próprio e que é dado também pela sociedade, mas é invisível a seus membros. A descoberta surge em decorrência de uma desestabilização intelectual e uma tendência para mudanças, após um período de equilíbrio. Para a formação da nova concepção, concorrem idéias antes abandonadas e negligenciadas, conexões históricas, erros e incompreensões do passado, inicialmente assentados, mas que se converteram em um caos de idéias. Com o tempo estas noções tomam um rumo mais definido e passam a conduzir as pessoas às novas idéias que surgiram, especialmente por meio da educação.

Fleck (1986d) conclui que a forma como pensamos ou vemos está condicionada pelo coletivo de pensamento ao qual pertencemos e que se encontra inserido em um quadro de gênese histórica determinada pelo estilo de pensamento.

No artigo de 1936, o mais longo, Fleck (1986e) explora o problema da epistemologia e lista três fenômenos fundamentais. O primeiro é representado pelo coletivo de pensamento, o segundo pela transformação do pensamento produzida pela circulação de idéias e o último pelo desenvolvimento histórico do pensamento. Para ele, o erro fundamental da epistemologia consiste na forma de compreensão do sujeito como inalterado ou absoluto com desconsideração das relações históricas e sociais. Mesmo que o conhecimento seja obtido de maneira empírica e depositado nos livros para ser ensinado, haveria necessidade de ser estudada a forma de transmissão desses conhecimentos e o modo como sofrem transformações – que seriam de origem exclusivamente sociológica.

Quanto ao primeiro fenômeno, Fleck (1986e) declara que os indivíduos que pensam de maneira similar pertencem ao mesmo grupo de pensamento, denominado de coletivo de pensamento, enquanto seriam incapazes de se comunicarem com outras pessoas que não comungam das mesmas idéias. O epistemólogo dá destaque especial para os graus de distanciamento entre coletivos diversos, o que determina diferentes níveis de dificuldade de comunicação entre eles.

Alguns estilos de pensamento se aproximam de outros como por exemplo os estilos dos físicos e dos biólogos, outros são mais distantes, como por exemplo do físico e do filólogo, e finalmente alguns são mais distantes ainda como por exemplo do físico e do místico. Portanto, pode-se falar em estilos separados e de variedades de estilos, e similarmente de coletivos de pensamento semelhantes e distantes. (Fleck, 1986e, p. 84-85).

A abordagem anterior prenuncia o segundo fenômeno epistemológico que é o da transformação resultante da circulação de idéias. Uma expressão somente é utilizada dentro de uma estrutura de linguagem que obedece às normas e costumes do círculo ao qual permanece ligada. Cada pensamento sofre um processo de circulação submetido a forças sociais em virtude de apresentar uma origem e um destino. A formulação de uma idéia no interior de um coletivo produz a sua *popularização* entre os leigos, *ampliação* para os especialistas e culmina com a *legitimação* dentro da estrutura do sistema de idéias, a fim de estabelecer sua formulação oficial.

O terceiro ponto relativo à epistemologia diz respeito à “[...] existência de um desenvolvimento histórico específico do pensamento, que não pode ser

reduzido ao desenvolvimento lógico dos conteúdos do pensamento nem ao simples aumento de informação detalhada.” (Fleck 1986e, p. 89). Neste último item, é analisada a forma pela qual as idéias se desenvolvem dentro da estrutura do pensamento a partir das chamadas proto-idéias. Essas noções iniciais não podem ser tomadas isoladamente, fora do cenário histórico em que estão inseridas, assim como também não se pode considerar as idéias atuais de forma descontextualizada.² As visões arcaicas não podem ser meramente transferidas para a atualidade porque elas não sofreram simples acréscimo de detalhes, visto que as concepções atuais contêm elementos que sofreram um intrincado processo de desenvolvimento.

Por se tratar de uma atividade coletiva, a cognição é adquirida, mantida, observada e compreendida sob a perspectiva sociológica. As trocas de idéias intra e inter-coletivas induzem ao surgimento de uma nova criação mental que não pode ser atribuída a um indivíduo apenas, mas ao coletivo. O estilo é transmitido ao longo de várias gerações por iniciação, treinamento e educação, sendo criadas expressões próprias de cada coletivo, seja no domínio da religião, da ciência, arte, ou costumes populares, dentre outros.

Fleck (1986e) adiciona um novo elemento à sua epistemologia, quando afirma que no círculo formado pelo coletivo de pensamento, os termos técnicos empregados não se limitam ao seu significado restrito, mas chegam a representar um lema ou símbolo, o que é denominado de *magia* ou *encantamento do pensamento* (*thought-charm*). São próprios de cada estilo de pensamento termos técnicos, determinadas expressões e hábitos – de uma certa forma “sagrados” para os praticantes – mas que são inacessíveis aos não iniciados. Estas expressões conferem uma força própria, ou uma espécie de poder específico que é perdido quando o termo é traduzido para a linguagem popular.

Esta força está contida em termos como ‘espécie’ (zoologia e botânica), ‘átomo’ (física e química), ‘análise’ (química), ‘diagnóstico’ (medicina), ‘camada germinativa’ (embriologia), ‘órgão’ (anatomia), ‘função’ (matemática), 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

² Entretanto, Fleck não mencionou que muitas vezes, as antigas concepções eram totalmente diferentes das novas. Mesmo com a utilização da mesma linguagem e palavras, a conotação era totalmente diferente. Se for tomado como exemplo o conceito de transmissão de doenças, a idéia de contágio nos séculos XVI e XVII era relacionada a mudanças atmosféricas, incluindo um suporte mágico (Rosen, 1994, p. 90-91), muito diferente da noção de doença infecciosa que existe em nossos dias.

sacramental que fala aos membros do coletivo com uma força maior que o conteúdo lógico. (Fleck, 1986e, p. 100).

O ingresso em um coletivo é feito após um período de aprendizagem no qual o poder da autoridade e da sugestão desempenham papel fundamental. Os coletivos de pensamento possuem uma estrutura interna comum, uma tendência de união entre seus membros na adoção de uma atitude compartilhada. Esta disposição coletiva identifica uma forma de percepção dirigida, comum a um estilo, que desperta um sentimento de solidariedade intelectual entre seus membros. Uma certa hostilidade é estimulada contra um indivíduo alheio ao grupo constituído, que compartilha de outro coletivo e utiliza outro tipo de linguagem, com o uso de palavras e expressões diferentes.

As relações entre os círculos exotéricos e esotéricos são tratadas neste artigo com maior grau de profundidade. Há um constante jogo de tensões entre ambos os círculos que, pela circulação de idéias no interior da estrutura, tendem a fortalecer e intensificar o estilo de pensamento. Os integrantes do círculo esotérico são recrutados e treinados a partir do círculo exotérico, o que reforça o sentimento de solidariedade intelectual no interior do coletivo.

Na ciência, o círculo esotérico é formado pelos especialistas e o exotérico pelos leigos que são portadores do conhecimento da ciência popular. Não há pré-requisitos para admissão no círculo maior, o que reforça o caráter democrático da ciência. O especialista foi educado no sistema de educação geral, portanto em vários domínios, e depois obteve uma educação dirigida para uma área específica. Isto cria um elo de ligação entre as duas esferas, a massa e a elite, que apresentam relações de mútua dependência. O dispositivo democrático é confirmado pelos congressos, reuniões e discussões científicas, cujos resultados são provenientes da opinião da maioria dos pesquisadores, mas em consenso com a opinião pública.

Estes diversos níveis de complexidade sugeridos por Fleck são também reconhecidos em Bertalanffy (1975). Este último autor é aceito como um dos fundadores da Teoria Geral dos Sistemas, que oferece uma reorientação do pensamento científico a uma larga escala que vai desde a física e a biologia, passando pelas ciências sociais, comportamentais, e chegando à filosofia. O autor advoga uma concepção “organísmica” da biologia e sua teoria surge em reação ao mecanicismo, procurando direcionar a compreensão das coisas para a interação dinâmica das partes na formação da totalidade em uma complexidade organizada.

Os primeiros enunciados deste autor datam de 1925-1926 e foram escritos em alemão e possivelmente Fleck poderia ter tido conhecimento desta teoria. As idéias de Fleck de que a produção coletiva não se restringe ao simples

somatório dos resultados individuais obtidos pode ser encontrada na teoria das propriedades emergentes de Bertalanffy, para quem

os acontecimentos parecem implicar mais do que unicamente as decisões e ações individuais, sendo determinado mais por “sistemas” sócio-culturais, quer sejam preconceitos, ideologias, grupos de pressão, tendências sociais, crescimento e declínio de civilizações ou seja lá o que for. (Bertalanffy, 1975, p. 24).

Fleck (1986e) relaciona três fontes originárias de um estilo de pensamento: a primeira seria a partir das proto-idéias, que formam a pré-história das idéias e marcam o início do estilo até sua ruptura (*split off*) e transformação em um novo estilo. A segunda seria por intermédio da circulação intra-coletiva de idéias – produzidas por ação das forças sociais – que provocam mudanças em forma de estilização, sistematização, legitimação, revolta e revolução mental. Por último são citados os efeitos constantes de estilos distintos (circulação inter-coletiva de idéias). Neste artigo, o autor não menciona as complicações como propulsoras para a transformação de um estilo de pensamento, como o fez em seu livro.

É indicado um parâmetro para identificar um estilo de pensamento que seria a utilização de instrumentos e aparelhos pelos profissionais. Para Fleck (1986e), um determinado estilo de pensamento determina a forma de percepção e direciona a criação dos instrumentos e aparelhos utilizados, bem como sua aplicação e a interpretação dos dados obtidos por seu uso.³ Este tema seria discutido de forma mais elaborada por Kuhn (1998), mais tarde em seu livro de 1962, para explicar a maneira como a comunidade científica partilha de um paradigma para resolução de problemas no período de ciência normal.

Em 1937, Fleck apresentou uma comunicação no XV Encontro dos Médicos e Biólogos Poloneses em Lwów e embora, não tenha sido possível localizar o texto original completo, – que pode ter sido perdido por ocasião da guerra e provavelmente foi escrito pelo próprio epistemólogo – não se pode excluir a interferência dos editores quando de sua publicação em 1939. Fleck (1988) mostra por meio da estrutura de uma comunidade científica (a comunidade de sorologistas) que, ao contrário do que afirmam os críticos às suas idéias, o estilo de pensamento não poderia se constituir em um obstáculo

³ Pode ser verificado pelo exame da história, que nem sempre um estilo de pensamento determina a criação de instrumentos. O aparecimento do microscópio no século XVI propiciou a investigação da natureza de organismos vivos diminutos por Leeuwenhoek no século XVII, e não o contrário (Rosen, 1994).

(*obstacle*) à percepção objetiva, ou um mal necessário a ser eliminado e demonstra a importância da história na formação de um estilo de pensamento específico no âmbito do conhecimento científico. O autor afirma ser impossível imaginar um conhecimento científico destituído de estilo. Interessante notar que Bachelard (1996), dois anos após à apresentação deste trabalho de Fleck, iria trabalhar com a questão dos obstáculos em seu livro *A formação do espírito científico*.

Ainda no ano de 1939, Fleck (1990) publica um texto em que apresenta como objeto de discussão 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. Nesse artigo, é explorada a ligação entre a ciência e o plano cultural utilizando o exemplo da embriologia no desenvolvimento das teorias da fecundação. A disputa entre o preformismo e o epigenismo, e entre o vitalismo e o mecanicismo refletiriam o meio político, social e filosófico do século XVIII (Fleck, 1990). O autor volta a salientar a importância de uma certa prontidão e disposição para perceber o novo. Em diferentes condições, o pesquisador não daria importância a certos fatores e o avanço para um novo foco de observação dependeria da influência exercida pelo ambiente ao trabalho do cientista.

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, a educação adquirida na escola, etc. Tudo cria e direciona a uma prontidão intelectual que contribui para o trabalho do pesquisador. (Fleck, 1990, p. 252).

Fleck justifica a importância do estudo da sociologia do pensamento quando afirma que a história da expansão do conhecimento científico somente poderá ser avaliada se forem consideradas as inter-relações das comunidades de pensamento nos diferentes períodos. Isto pode ser feito por meio da investigação da origem e desenvolvimento dos diversos estilos de pensamento. A observação atenta de um coletivo revelará que um estilo de pensamento está refletido no uso lingüístico de certas palavras e no uso metafórico de certas expressões e de acordo com Fleck (1990, p. 253) “somente isto abre o caminho para o estudo do estilo de pensamento de uma dada época.” A utilização de expressões próprias por um coletivo poderiam fornecer mais um indício de como identificar um estilo de pensamento.

2.2.2 Década de 1940

Para mostrar que as ciências não podem ser concebidas como um mero sistema de pensamento, mas, sobretudo, como um complexo fenômeno cultural, de caráter coletivo e composto por instituições, ações e eventos, com uma hierarquia e cooperação mútua de seus membros, Fleck (1986f) em *Problemas da ciência da ciência* narra um episódio que envolvia uma pesquisa relacionada ao tifo. O autor acompanhou e observou as atividades de um grupo composto exclusivamente por leigos, durante um período de dois anos, sem tomar parte do mesmo. A equipe, designada para trabalhar no campo de concentração de Buchenwald, era formada por diversos profissionais, alguns ligados à área da saúde, outros não, mas todos sem qualquer preparação específica para o trabalho que deveria ser executado. O pequeno agrupamento, constituído pelos elementos básicos de um coletivo de pensamento: um líder, o círculo esotérico e o círculo exotérico, dispunha de uma extensa literatura, equipamentos de laboratório e animais para experimentação destinados a investigação do agente do tifo (*Rickettsia prowazekii*) nos pulmões de ratos e coelhos infectados.

Nenhum membro do grupo havia visto uma *rickettsia* antes nem conhecia a estrutura histológica dos pulmões e brônquios, nem mesmo os tipos de microrganismos ali encontrados, e, portanto, seus achados eram baseados unicamente nas descrições dos livros. No início, a equipe não conseguiu visualizar o agente, mas a união do grupo aliada à pressão pelo aparecimento de resultados levou ao que Fleck presenciou e descreveu como o “nascimento da descoberta”. O biólogo e seu assistente pensaram então estar visualizando o agente, quando, na verdade, eram grãos eosinofílicos de leucócitos, como Fleck observou mais tarde. A notícia se espalhou pelo coletivo e a ação das forças sociais fez com que a certeza do resultado fosse inquestionável. O chefe da equipe confiou na opinião dos especialistas, e estes contaram com o consenso do restante do grupo, enquanto o círculo exotérico, que representava o senso comum, se encarregou de popularizar a “descoberta”.

A ilusão criada durou aproximadamente um ano e meio. O momento da descoberta fictícia foi seguido por um período de rotina em que foi estabelecida a metodologia específica e adquiridas experiência e habilidade. Tal como ocorre na ciência, havia uma concordância entre os membros do coletivo, o que foi denominado por Fleck de *harmonia do sistema*. Os resultados da pesquisa foram enviados para especialistas alemães fora do campo de concentração, com elogios ao trabalho como retorno. Entretanto, quando foram encaminhados para um instituto de pesquisa os pulmões de um coelho para exame do microrganismo, o agente não foi encontrado. O autor concluiu que o coletivo

fechado e isolado, mesmo dispondo de instrumentos, aparelhos e técnicas, criou uma construção particular do fenômeno.

Por meio deste interessante exemplo, Fleck demonstra claramente a importância da teoria aliada à prática e a falácia que pode ser produzida quando da falta do último elemento. Uma novidade apresentada, é a passagem em que é feito um comentário sobre a *harmonia do sistema*, que parece ter um sentido mais abrangente que a *harmonia das ilusões* citada na monografia. Enquanto o segundo termo denota a visão que conta com a concordância do coletivo, o primeiro guarda a noção de uma série de fatos inter-relacionados dentro de uma estrutura complexa. O incidente ocorrido no campo de concentração revelou que não se tratou de um simples erro, mas de um encadeamento de erros que envolveu a relação de numerosos fatos para que se construísse toda uma falsa teoria, com a anuência de todos os integrantes do coletivo sem apresentação de questionamentos.

Fleck observou pelo estudo da história da ciência, que o mecanismo que determina a origem do conhecimento verdadeiro é o mesmo que para o surgimento dos erros. Não é obedecida uma forma lógica de pensamento, e não há indicação precisa da direção que o pensamento irá seguir. A pedra de toque da ciência não está em sua estrutura lógica, mas nas características específicas da cognição científica formada pela singularidade histórica de seu desenvolvimento e pela estrutura sociológica que mantém um estilo de pensamento. O autor encerra o texto afirmando que “a ciência das ciências é uma ciência separada baseada em observação e experiência, em investigações históricas e sociológicas. Ela forma parte da ciência dos estilos de pensamento.” (Fleck, 1986f, p. 127).

Em um texto de 1947 (Fleck, 1986g), ressurgem as questões relativas à psicologia da percepção e à sociologia do pensamento, presentes anteriormente na publicação de 1935 (Fleck, 1986d). A explicação da observação dirigida por determinado indivíduo sob influência de um particular estilo de pensamento, é enriquecida por meio da apresentação de inúmeras ilustrações. Similarmente, o tema da percepção dirigida seria exaustivamente explorado por Hanson (1969; 1985), na década de 1950, que a exemplo de Fleck também evidenciou o caráter de aprendizado do ver. Bombassaro (1995) traça um paralelo entre estes dois autores e sublinha que Hanson partilha da mesma concepção de Fleck, de que não haveria uma observação livre de pressupostos.

Da psicologia, Fleck (1986g) recorda que a percepção fornece primeiramente uma visão do todo, enquanto que os detalhes são evidenciados posteriormente, podendo algumas vezes, permanecerem imperceptíveis. Para alguém ser capaz de distinguir diferentes formas, deverá conhecer as formas concorrentes. Assim, baseado nestas, o observador reconhece aquelas, mesmo

com modificações. Adicionalmente, existem certos limites que são ditados pelo estilo de pensamento a que pertence o observador. A isto Fleck denomina de *transposição* que poderia ser entendida como a habilidade em perceber e reconhecer algo já aprendido que sofreu modificações em alguns detalhes, mas que não perdeu a essência por ter mantido suas características principais. Dentre outros, é citado o exemplo do deserto, que pode apresentar distintos aspectos, formas e detalhes diferentes, dependendo do tipo, mas que continua sendo reconhecido com tal; sua característica principal é a ausência de árvores. A partir do momento que estes últimos elementos são adicionados à descrição, não será mais reconhecido como deserto, mas como uma outra forma qualquer, o que faz com que a transposição deixe de ser efetuada.

Nossas formas de percepção são criadas a partir do ambiente, costumes lingüísticos e tradição. O corpo coletivo (é dada, neste escrito, preferência para a expressão *corpo coletivo*, ao invés de *coletivo de pensamento*, utilizada até então) é que determina os elementos que devem ser notados no conjunto e as variações permitidas na transposição. Fleck novamente faz comentários sobre os desenhos e descrições anatômicas do século XV e aponta que o autor das gravuras seria incapaz de perceber certas características que seriam hoje conhecidas por qualquer estudante secundário:

Nós olhamos com nossos próprios olhos, mas vemos com os olhos do coletivo, nós vemos as formas pelas quais o senso e o parâmetro das transposições permissíveis são criados pelo corpo coletivo. Somos inclinados a completá-los, ambos no senso positivo e negativo, isto é, não vemos que alguns elementos estão ausentes, e somos cegos para adições desnecessárias. (Fleck, 1986g, p.137).

A explanação precedente foi uma preparação para o autor reconduzir a questão da “observação objetiva” na ciência: “Em primeiro lugar, é impossível isolar o objeto de observação do estilo de pensamento.” (Fleck, 1986g, p. 142) O estilo de pensamento condiciona a forma como um fato será observado e analisado, assim como também dirige o desenvolvimento e a utilização de aparelhos e instrumentos. As medidas obtidas pela observação refletem o estilo de pensamento e também determinam as futuras descobertas e o desenvolvimento do pensamento científico. Os resultados obtidos pelas pesquisas fazem parte de um complexo construído e por esse motivo, não se pode tomar os dados isolados, sem relacioná-los ao cenário no qual estão inseridos. A ciência cria construções que são condicionadas pelos diversos estilos de pensamento, porém, antes de conceber tais construções, cria formas específicas de

percepção, como por exemplo, a classificação das espécies animais na zoologia e das doenças na patologia.

2.2.3 Último Texto

A fase final do pensamento do autor é marcada por um trabalho escrito pouco antes de sua morte e rejeitado pelo periódico americano *Science*, portanto, não tendo sido publicado previamente (Cohen & Schnelle, 1986). Neste texto, Fleck (1986h) coloca em relevo a natureza social da ciência e a relaciona à dualidade sujeito-objeto. O epistemólogo expõe a função deste terceiro componente no processo de cognição no desenvolvimento de teorias científicas por meio do exemplo do conhecimento sobre infecção e doenças infecciosas. Esta noção teve origem em crenças antigas na analogia entre putrefação e doença e nos “animálculos” 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 agiriam como forças propulsoras para o desenvolvimento da ciência.

Essas idéias contribuíram para o progresso do conhecimento científico e para o nascimento da microbiologia moderna, embora a analogia entre putrefação e doença tenha sido considerada apenas no início. Muitas outras teorias tiveram suas origens em pré-ideias como a teoria Copernicana, a teoria atômica e a teoria dos elementos. Por meio desta explicação, Fleck (1986h) afirma ser um equívoco assumir que o estilo de pensamento e as idéias e imagens derivadas deste estilo poderiam se constituir em *obstáculos* (*hindrance*) na procura pela verdade e serem consideradas como uma fonte de erro. Esta afirmação vai de encontro ao que Bachelard (1996) havia sustentado em seu livro de 1938, já comentado anteriormente. Enquanto Bachelard concebe as idéias anteriores como obstáculos e fontes de erro, Fleck consegue visualizar aspectos positivos nas concepções prévias. Apesar de Fleck não citar Bachelard, poderia ser verificado se o primeiro havia tomado conhecimento da obra do último.

Um estilo de pensamento é definido, neste artigo, como “a tendência da comunidade a uma percepção seletiva e a correspondência mental e utilização prática do percebido.” (Fleck, 1986h, p. 155). Importante destacar que nesse conceito de estilo de pensamento a prática alcança um estado privilegiado. A

estrutura da comunidade de pensamento é composta por vários pares duais: centro-periferia; elite-público; autoridade-adeptos, que concorrem para o desenvolvimento de um estilo de pensamento de uma comunidade. As comunicações intra-coletivas (denominadas aqui de troca intra-comunal) fortalecem as idéias e as dotam com características da realidade objetiva. As trocas inter-coletivas (inter-comunais) alteram o senso das noções e trazem novos significados constituindo-se em fontes de novas idéias. “Desta forma os três componentes do ato de cognição são inseparavelmente conectados. *Entre o sujeito e o objeto existe uma terceira coisa, a comunidade.*” (Fleck, 1986h, p. 156).

3. UTILIZAÇÃO DO PENSAMENTO DE FLECK COMO REFERENCIAL PARA PESQUISA NO ENSINO NA ÁREA DE SAÚDE

A epistemologia baseada no pensamento de Fleck está norteando alguns grupos de pesquisadores no ensino de ciências (Delizoicov, 1995; Castilho & Delizoicov, 1999; Lima, L. C., 1999), especialmente na área da saúde e do ensino desta área (Backes, 2000; Cutolo & Delizoicov, 1999; Cutolo, 2001; Da Ros & Delizoicov, 1999; Da Ros, 2000; Delizoicov et al., 1999; Koifman, 2001; Lima, A. M. C., 1999).⁴

O interesse na proposta de Fleck reside no fato de que a mesma pode ser empregada para o estudo de vários tipos de comunidades e suas interações para a produção do conhecimento científico (Delizoicov *et al.*, 1999), sendo, por isso, perfeitamente adaptável para investigações na área de saúde e em consequência para o ensino de profissionais dessa área. O fato de Fleck pertencer ao campo da medicina, suas idéias relativas ao estilo de pensamento e coletivo de pensamento possibilitam a utilização de sua epistemologia como fundamento para pesquisa no ensino na área da saúde.

A principal categoria epistemológica de Fleck utilizada pelos autores é aquela referente ao estilo de pensamento. Para tanto, eles lançam mão de abordagens variadas, tais como: entrevistas semi-estruturadas (Backes, 2000), análise histórica (Cutolo & Delizoicov, 1999), exame da produção científica (Da Ros & Delizoicov, 1999; Da Ros, 2000), e utilização de estudo documental associado a entrevistas (Cutolo, 2001; Koifman, 2001).

Pelo exame da obra de Fleck, o termo estilo de pensamento tem uma conotação bastante ampla. Apesar dele ter lançado mão da história e do

⁴ Uma análise mais detalhada sobre as pesquisas realizadas com aplicação da teoria de Fleck no ensino na área de saúde pode ser encontrada em Pfuetsenreiter (2002).

conhecimento, conjugando ambas as dimensões em suas incursões teóricas, não há indicações muito precisas em seus escritos sobre os meios a serem utilizados para a identificação de um estilo de pensamento, além da observação de aparelhos e instrumentos utilizados por um coletivo e a investigação da utilização de uma linguagem própria entre os integrantes do mesmo grupo. O que se evidencia é que estes aspectos influenciam as atitudes e atividades de uma coletividade (pontos destacados como componentes do estilo de pensamento por Bombassaro, 1995, como será visto mais adiante). A atividade pressupõe uma prática que orienta o coletivo para um determinado tipo de atitude. Portanto a prática se mostra como um importante parâmetro para estabelecer a correspondência com um estilo de pensamento por meio da observação, dentre outros aspectos, da linguagem e dos instrumentos utilizados por um grupo.

4. POR QUE O REFERENCIAL DE FLECK TEM SIDO UTILIZADO EM PESQUISAS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS APLICADAS?⁵

Fleck evidenciou muitas facetas em seu conceito de estilo de pensamento, o que poderia levar a uma multiplicidade de acepções, a exemplo do que ocorreu com o conceito de paradigma utilizado por Kuhn (Masterman, 1979). No entanto, Bombassaro (1995) identifica os dois componentes do estilo de pensamento: as atitudes e as atividades desempenhadas pelo coletivo.

E é isto que interessa a Fleck explorar, deixando claro como se caracterizam as atividades através das quais se efetivam as atitudes do investigador. No entender de Fleck, os dois componentes principais dessas atividades, quais sejam, a disposição para um perceber orientado e para uma ação dirigida, tornam manifesto o caráter essencial do estilo do pensamento. O estilo de pensamento é caracterizado, então, como sendo um conjunto de pressuposições básicas, tácitas ou não, conscientes ou inconscientes, a partir das quais, em qualquer área ou disciplina, o conhecimento é

⁵ Chaui (2000) descreve a classificação sistemática das ciências como: ciências matemáticas ou lógico matemáticas (aritmética, geometria, álgebra, trigonometria, lógica, física pura, astronomia pura, etc.); ciências naturais (física, química, biologia, geologia, astronomia, geografia física, paleontologia, etc); ciências humanas ou sociais (psicologia, sociologia, antropologia, geografia humana, economia, lingüística, arqueologia, história, etc); ciências aplicadas (todas as ciências que conduzem ao desenvolvimento de tecnologias para intervir na natureza, na vida humana ou na sociedade, como o direito, as engenharias, medicina, arquitetura, informática, etc.).

construído. Um perceber orientado e a correspondente elaboração intelectual e objetiva do percebido, constituem, assim, o núcleo duro do estilo de pensamento. (Bombassaro, 1995, p. 14-15)

Apesar de serem feitas inúmeras comparações entre Kuhn e Fleck, a diferença fundamental entre ambos os autores é que o primeiro lança os alicerces de seu sistema de idéias na estrutura teórica que rege as comunidades científicas – o paradigma. Já o segundo mantém, na prática desempenhada por um coletivo, a base de suas categorias epistemológicas. O conhecimento como experiência e prática é a pedra angular do pensamento de Fleck.

Ainda que o conhecimento científico não seja certo e definitivo e esteja em contínuo desenvolvimento, o paradigma está calcado em uma estrutura regular e estável, com a finalidade de preservar uma determinada estrutura teórica. Essa estrutura é regida pelos princípios fixados pela ciência e caracteriza o que Kuhn denominou de períodos de “ciência normal”. Portanto, quando ocorre alguma perturbação na ordem estabelecida, a mudança gerada nesse sistema tem como resultado uma revolução.

À medida que o paradigma estabelecido para cada ciência básica constitui-se em um modelo particular, os estilos de pensamento são múltiplos e têm como suporte uma atividade prática. Seu ponto de apoio se estabelece, principalmente, na aplicação sob a forma de tecnologia. Por este motivo, um estilo de pensamento sofre freqüentes transformações e influências de outros estilos. Por exemplo, a noção de que alguns microrganismos estão associados a algumas enfermidades permanece inalterada, enquanto que as aplicações desse conhecimento sofrem constante desenvolvimento relacionado às concepções sobre as enfermidades, aos conhecimentos de epidemiologia e às técnicas empregadas para o diagnóstico, tratamento e profilaxia das doenças transmissíveis.

Conseqüentemente, ao contrário do paradigma, o estilo de pensamento está sujeito a pequenas e freqüentes modificações. A mudança de paradigma ocorre de maneira drástica, por rupturas, enquanto um estilo de pensamento se modifica sutilmente, de maneira lenta e gradual. Entretanto, essas mudanças em doses homeopáticas, ao final de um longo período se transformarão em mudanças tão significativas quanto uma mudança de paradigma em uma revolução científica.

Um estilo de pensamento é pautado por um coletivo de pensamento. Portanto, o estilo de pensamento é vivo, dotado de uma plasticidade que permite que se adapte às mudanças e se submeta às constantes transformações desencadeadas pelo ritmo dos avanços tecnológicos. Como conseqüência, é admitida a convivência de inúmeros estilos de pensamento simultaneamente, que trazem como marca a participação de diversos grupos de indivíduos que se

relacionam mutuamente, permitindo o livre trânsito de idéias inter-coletivas. A imagem evocada a partir desta propriedade de interação de grupos de indivíduos é a de um sistema composto por vários níveis que se intercomunicam, à semelhança do que foi descrito por Bertalanffy (1975) em *Teoria Geral dos Sistemas*.

Schäfer & Schnele (1986) ponderam que a medicina, a exemplo de outras disciplinas, também procura estabelecer relações causais. Entretanto, ao contrário da química e da física, não é possível haver um único princípio que envolva a totalidade da disciplina. Como as enfermidades podem ser estudadas sob diversos ângulos, sem uma unificação teórica, pode haver uma multiplicidade de concepções, pela coexistência de distintos critérios conceituais. Dentro desta diversidade de pensamentos, certas idéias diretrizes se tornariam dominantes, mas sempre com um caráter temporário baseado na evolução dos conhecimentos. Canguilhem (1990, p. 16) considera a medicina como “[...] uma técnica ou uma arte situada na confluência de várias ciências, mais do que uma ciência propriamente dita.” Desta forma, pelo exposto acima, torna-se consistente a utilização do referencial de Fleck em pesquisas em ensino nas áreas relacionadas a estas ciências aplicadas, especialmente na área da saúde.

Agradecimentos: Ao Prof. Dr. Arden Zylbersztajn pelas discussões e comentários; à Capes pelo apoio a esta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BACKES, V. M. S. *Estilos de pensamento e práxis na enfermagem: a contribuição do estágio pré-profissional*. Ijuí: Edunijuí, 2000.
- BERTALANFFY, L. V. *Teoria geral dos sistemas*. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1975.
- BOMBASSARO, L. C. *Ciência e mudança conceitual: notas sobre Epistemologia e História da Ciência*. Porto Alegre: Edipucrs, 1995.
- CANGUILHEM, G. *O normal e o patológico*. 3. ed. (rev. e aumentada). Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1990.
- CASTILHO, N.; DELIZOICOV, D. Trajeto do sangue no corpo humano: instauração – extensão – transformação de um estilo de pensamento. In : ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (1999: Valinhos). Atas... Valinhos: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 1999 (disco compacto).
- CHAUÍ, M. *Convite à filosofia*. 12ed. São Paulo: Ática, 2000.
- COHEN, R. S.; SCHNELLE, T. (eds.) *Cognition & Fact*. Dordrecht: Reidel Publishing Company, 1986.

CUTOLO, L. R. A. *Estilo de pensamento em educação médica – um estudo do currículo do curso de graduação em medicina da UFSC*. Florianópolis, 2001. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina.

CUTOLO, L. R. A.; DELIZOICOV, D. O currículo do curso de graduação em medicina da UFSC: análise a partir das categorias fleckianas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (1999: Valinhos). *Atas...* Valinhos: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 1999 (disco compacto).

DA ROS, M. A. *Estilos de pensamento em Saúde Pública – um estudo da produção da FSP-USP e ENSP-FIOCRUZ, entre 1948 e 1994, a partir da epistemologia de Ludwik Fleck*. Florianópolis, 2000. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina.

DAROS, M. A.; DELIZOICOV, D. Estilos de pensamento em saúde pública. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (1999: Valinhos). *Atas...* Valinhos: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 1999 (disco compacto).

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

DELIZOICOV, D.; CASTILHO, N.; CUTOLO, L. R. A.; DAROS, M. A.; LIMA, A. Sociogênese do conhecimento e pesquisa em ensino: contribuições a partir do referencial fleckiano. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (1999: Valinhos). *Atas...* Valinhos: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 1999 (disco compacto).

FLECK, L. *Genesis and development of a scientific fact*. Chicago: University of Chicago Press, 1979.

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

FLECK, L. Some Specific Features of the Medical Way of Thinking [1927]. In: COHEN, R. S.; SCHNELLE, T. (Eds.) *Cognition and fact*. Dordrecht: Reidel Publishing Company, 1986b. p. 39-46.

FLECK, L. On the Crisis of ‘Reality’ [1929]. In: COHEN, R. S.; SCHNELLE, T. (Eds.) *Cognition and fact*. Dordrecht : Reidel Publishing Company, 1986c. p. 47-57.

FLECK, L. Scientific Observation and Perception in General [1935]. In: COHEN, R. S.; SCHNELLE, T. (Eds.) *Cognition and fact*. Dordrecht: Reidel Publishing Company, 1986d. p. 59-78.

FLECK, L. The Problem of Epistemology [1936]. In: COHEN, R. S.; SCHNELLE, T. (Eds.) *Cognition and fact*. Dordrecht: Reidel Publishing Company, 1986e. p. 79-112.

FLECK, L. Problems of the Science of Science [1946]. In: COHEN, R. S.; SCHNELLE, T. (Eds.) *Cognition and fact*. Dordrecht: Reidel Publishing Company, 1986f. p. 113-127.

FLECK, L. To look, to see, to know [1947]. In: COHEN, R. S.; SCHNELLE, T. (Eds.) *Cognition and fact*. Dordrecht: Reidel Publishing Company, 1986g. p. 129-151.

FLECK, L. Crisis in Science [unpublished, 1960]. In: COHEN, R. S.; SCHNELLE, T. (Eds.) *Cognition and fact*. Dordrecht: Reidel Publishing Company, 1986h. p. 153-157.

FLECK, L. Some Specific Features of the Serological Way of Thinking: A Methodological Study. *Science in context*, Tel Aviv, v. 2, n. 2, p. 343-344, 1988.

- FLECK, L. Science and Social Context. In: LÖWY, I. *The Polish School of Philosophy of Medicine – from Tytus Chalubinski (1820-1889) to Ludwik Fleck (1896-1961)*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1990. p. 249-256.
- HANSON, N. R. *Perception and discovery: an introduction to scientific inquiry*. San Francisco: Freeman, Cooper & Company, 1969.
- HANSON, N. R. *Observación y explicación: guía de la filosofía de la ciência / Patrones de descubrimiento: investigación de las bases conceptuales de la ciencia*. Madrid: Alianza Editorial, 1985.
- HARWOOD, J. Ludwik Fleck and the sociology of knowledge. *Social studies of science*, London, v. 16, p. 173-187, 1986.
- KOIFMAN, L. O modelo biomédico e a reformulação do currículo médico da Universidade Federal Fluminense. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, v. 8, n. 1, p. 48-70, mar.-jun. 2001.
- KUHN, T. S. Foreword. In: FLECK, L. *Genesis and development of a scientific fact*. Chicago: University of Chicago Press, 1979. p. vii-xi.
- KUHN, T. *A estrutura das revoluções científicas*. 5. ed. São Paulo: Perspectiva, 1998.
- LIMA, A. M. C. Estilos de pensamento em atenção primária à saúde. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (1999: Valinhos). *Atas...* Valinhos: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 1999 (disco compacto).
- LIMA, L. C. *A formação de professores de ciências: uma abordagem epistemológica*. Florianópolis, 1999. Dissertação (Mestrado em Educação – Educação e Ciência) – Curso de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina.
- LINDENMANN, J. Siegel, Schaudinn, Fleck and the Etiology of Syphilis. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, Cambridge, v. 32, n. 3, p. 435-455, Sep. 2001. Disponível em: <www.periodicos.capes.gov.br> Acesso em: 05 dez. 2001.
- MASTERMAN, M. A. A natureza de um paradigma. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo: Cultrix, 1979. p. 72-108.
- PFUETZENREITER, M. R. A epistemologia de Ludwik Fleck como referencial para a pesquisa no ensino na área de saúde. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 8, n. 2, p. 147-159, 2002.
- ROSEN, G. *Uma história da saúde pública*. São Paulo: Hucitec, 1994.
- SCHÄFER, L.; SCHNELLE, T. Introducción – Los fundamentos de la visión sociológica de Ludwik Fleck de la teoría de la ciencia. In: FLECK, L. *La génesis y el desarrollo de un hecho científico*. Madrid: Alianza Editorial, 1986. p. 9-42.

O CONHECIMENTO MATEMÁTICO NO REALISMO E NO IDEALISMO: COMPREENSÃO E REFLEXÃO*

*Renata Cristina G. Meneghetti***

RESUMO

O realismo, que teve sua origem em Platão (427-347 a.C.), manteve-se vigente até o século XV, momento em que houve uma forte crise, abalando as bases de toda filosofia. Como resposta a tal crise surge uma postura nova, o idealismo de Descartes (1596-1650), que marcou o início da filosofia moderna, diferenciando-se do realismo em diversos aspectos. Confrontando essas duas teorias, este trabalho busca apresentar os principais pontos que caracterizam cada uma delas, abordando questões a respeito da existência, da verdade e do conhecimento. Além disso, procura-se compreender o significado e o papel do conhecimento matemático, bem como seus progressos e limitações e, nessas duas correntes filosóficas. Por último, trava-se uma discussão, de um ponto de vista filosófico mais atual (após século XIX), sobre alguns aspectos do conhecimento matemático presentes nessas teorias e que permaneceram em outras.

Palavras-chaves: Realismo, idealismo e conhecimento matemático.

THE MATHEMATICAL KNOWLEDGE IN THE REALISM AND IDEALISM: COMPREHENSION AND REFLEXION

The realism, originated with Plato (427-347 B.C.), had been sustained until the 15th century when a strong crisis started to weaken its bases. As a result, a new posture sets place, namely the Descartes' idealism (1596-1650), marking the beginning of the modern philosophy, different from the realism in many aspects. Confronting these two theories, the aim of the present work is to point out the characteristics of each theory, discussing

¹ Uma versão preliminar desse trabalho foi apresentada no III ENCONTRO DE FILOSOFIA E HISTÓRIA DA CIÊNCIA DO CONE SUL, de 27 a 30 de maio de 2002, Águas de Lindóia-SP.

² Professora do Departamento de Matemática (SMA), do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC), da Universidade de São Paulo (USP), *Campus* de São Carlos. E-mail: rcmg@icmc.sc.usp.br.

some question about existence, truth and knowledge. We also analyse the meaning and the role of the mathematical knowledge, as well as its progress and limitations within these two philosophical lines. Finally, we set up a discussion; from the philosophical viewpoint that succeeded the 19th century, of the mathematical knowledge present in these theories and that remained in some others.

Key words: Realism, idealism and mathematical knowledge.

1. O REALISMO PLATÔNICO

Na teoria de Platão (427-347 a.C.) existem, separadamente, dois lugares: o sensível e o inteligível, nos quais há, respectivamente dois tipos de conhecimento (opinião e ciência), dois fluentes do conhecimento (sentido e razão), e dois objetos do conhecimento: uma realidade múltipla material, fluente, sujeita ao espaço e tempo, objeto da opinião; e outra realidade imutável, una e imaterial, transcendente ao sensível e que dá razão da existência da diversidade das coisas (cf. Morente, 1970).

Isto porque, Platão acreditava que a diversidade e a mutabilidade das coisas não permitiam alcançar uma verdade fixa, necessária e permanente, como o exige o conhecimento científico (episteme). Aquilo que o mundo oferece aos sentidos é falso e ilusório. É no lugar inteligível que se encontram verdades, entes e realidades em estado de pureza. Por isso, cada coisa no mundo sensível tem sua Idéia no mundo inteligível. Assim, as idéias são as essências existentes das coisas do mundo sensível.

Para ele a ciência deve ter por objeto o ser real, isto é, as Idéias. O conhecimento tem por resultado imediato iluminar a ação e facilitar o esforço para o Bem, princípio da ciência e da verdade (cf. Platão, 1973, p. 83). As coisas inteligíveis devem ao Bem não apenas a inteligibilidade, mas também o ser e a essência. Portanto, nosso conhecimento consiste em elevar-nos, por meio da dialética, do mundo sensível a uma intuição intelectual desse mundo supra-sensível, composto de Idéias.

1.1 O conhecimento matemático no realismo platônico

Na teoria platônica as ciências matemáticas¹ encontram-se no lugar inteligível, mas numa região imediatamente inferior à dialética, ou seja, são

¹ Por ciências matemáticas Platão concebeu a ciência dos números e do cálculo (compreendendo a aritmética e a logística), a geometria plana e a estereometria (ciência dos sólidos), nessa ordem.

propedêuticas a essa última. O conhecimento do ser e do inteligível que se adquire pela ciência dialética é distinto daquele ao qual se tem acesso pelo conjunto das ciências matemáticas. Isto porque, enquanto nas ciências matemáticas a alma serve-se dos originais do mundo visível, procedendo, a partir de hipóteses rumo a uma conclusão; a dialética, seguindo um movimento contrário, ou seja, ascendente, leva a um princípio não hipotético, o Bem, e é atingida por meio exclusivo das idéias tomadas em si próprias, portanto, sem o auxílio das imagens utilizadas pelos matemáticos.

Entretanto, apesar de as noções matemáticas não constituírem idéias puras, elas refletem tais idéias e possuem seus protótipos no domínio das realidades eternas (cf. Platão, 1973, p.101). Desta forma, os que se aplicam às ciências matemáticas são obrigados a fazer uso do raciocínio e não dos sentidos.

(...) eles [os matemáticos] se servem de figuras visíveis e raciocinam sobre elas, pensando, não nessas figuras mesmas, porém nos originais que reproduzem; seus raciocínios versam sobre o quadrado em si e a diagonal em si, não sobre a diagonal que traçam, e assim no restante (...) servem-se como outras tantas imagens para procurar ver estas coisas em si, que não se vêem de outra forma exceto pelo pensamento. (Platão, 1973, p.101).

Do ponto de vista histórico, com o realismo platônico concretiza uma mudança no critério de verdade em matemática, da justificação pela experiência àquela por razões teóricas: o primitivo conhecimento matemático empírico dos egípcios e babilônios é transformado na ciência matemática grega, dedutiva, sistemática, baseada em definições e axiomas (cf. Bicudo, 1998).

2. O REALISMO ARISTOTÉLICO

O realismo tem sua continuidade com Aristóteles (384-322 a.C.), que pretende desfazer a dualidade entre o sensível e o inteligível. Funde esses dois mundos no conceito lato da substância.² No mundo sensível cada coisa tem

² A *substância* tem em Aristóteles duas significações, que são empregadas indistintamente. A maior parte das vezes o sentido é o da unidade, que suporta todos os demais caracteres da coisa. Quando num juízo dizemos: esse é tal coisa, Sócrates é mortal, Sócrates é ateniense, etc., dizemos de alguém todas essas coisas. O quid, o sujeito da proposição da qual dizemos tudo isto, é a substância. A *essência* é tudo aquilo que dizemos da substância, ou seja, é a soma dos predicados com que podemos predicar a substância. Esses predicados são caracterizados de tal modo que se faltasse à substância a um deles, ela não seria o que é. Já o grupo de predicados que

uma existência, é uma substância. A consistência da substância se dá por meio do conceito.³ Os conceitos reproduziriam não as formas ou idéias transcendentais ao mundo físico, como no realismo platônico, mas sim a estrutura inerente aos próprios objetos. Em tal filosofia, a ciência tem por objeto o mundo sensível, donde as formas inteligíveis são extraídas por abstração.

Os objetos próprios do intelecto são as essências universais das coisas, inerentes às próprias coisas. É a partir da realidade que a ciência deverá tentar estabelecer definições essenciais e atingir o universal (cf. Palácios e Palácios, 1999, p. 45).

2.1 O processo de abstração na lógica aristotélica

O processo de abstração na lógica aristotélica pode ser caracterizado mediante os seguintes passos: (i) o ponto inicial é a realidade; a partir da base fazem-se abstrações levando em consideração as características comuns dos “objetos”; (ii) a elevação de um nível para o seguinte posterior se dá mediante o abandono de determinadas características, ou seja, os objetos são então agrupados a partir de suas classes de equivalências; (iii) o conceito genérico é o supremo da pirâmide; diz respeito à representação abstrata da coisa, que são todas as determinações nas quais os objetos estão de acordo (cf. Cassirer, 1953).

Assim, percebe-se que o conhecimento nasce do mundo sensível, porém se separa cada vez mais deste, por meio do processo de abstração, e o conceito, propriamente, funde-se na concepção de idéia de Platão.

Desta forma, Aristóteles também concebeu o conhecimento universal como superior às sensações e à intuição (cf. Aristóteles, 1987, p. 87); e como as demonstrações são universais e as noções universais não são sensíveis, para ele não pode haver arte demonstrativa do conhecimento adquirido por sensação. Nesse sentido, compartilhou com Platão que a ciência é um conhecimento necessário e imutável das essências.

A partir do século XV a filosofia realista entra em crise. Isto se deu devido aos seguintes fatos: a destruição da unidade religiosa (o advento do protestantismo), que leva a uma mudança de atitudes nos espíritos; a descoberta

convém à substância, de tal modo que ainda que algum deles faltasse a substância continuaria a ser aquilo que é, é o *acidente*. O acidente pode ou não pertencer ao sujeito, ligando-se a ele de forma contingente. O outro sentido que, às vezes, Aristóteles dá à palavra “substância”, e que é considerado o sentido lato, é o da totalidade da coisa, com seus caracteres essenciais e acidentais. (cf. Morente, 1970).

³ O conceito é a representação mental da coisa, o resultado de uma intuição intelectual.

da Terra (apoiada no fato de o planeta ser redondo); e a descoberta do céu (a Terra deixa de ser o centro do universo). Em decorrência de tal crise, origina-se uma posição completamente diferente: trata-se do idealismo de Descartes, que surge com a idéia de precaução e cautela.

3. O IDEALISMO DE DESCARTES

Descartes (1596-1650) busca uma verdade primeira, da qual não se possa duvidar, e encontra-a em seu próprio pensamento, adotando como primeiro princípio filosófico o célebre “Penso, logo existo” – para o qual argumentava: “(...) pelo fato mesmo de eu pensar em duvidar da verdade das outras coisas, concluí-se de forma evidente e certa que eu existia (...)” (Descartes, 1989b, p. 56).

A partir dessa certeza primeira, ele constrói toda a sua filosofia, tomando por regra geral que somente as coisas que concebemos clara e distintamente são verdadeiras e com isso buscou extrair do eu um mundo de pontos e figuras geométricas, eliminando do universo a qualidade e deixando apenas a quantidade.

Nesse processo, estabeleceu os seguintes preceitos lógicos: (i) apenas aceitar como verdadeiro aquilo que se apresente evidentemente⁴ como tal; (ii) decompor uma idéia complexa em seus elementos simples; (iii) partir das idéias simples às complexas, através da dedução;⁵ (iv) fazer revisões para garantir a certeza de nada ter omitido.

Em seu método, concebeu como únicas fontes do conhecimento a intuição e a dedução, ambas compreendidas como operações de nosso entendimento. A intuição intelectual foi usada, por Descartes, não somente para se adquirir a certeza das coisas mais simples, como também para se ter uma compreensão clara e distinta de cada passo da dedução. Os primeiros princípios somente podem ser conhecidos pela intuição, enquanto que as conclusões distantes só se concretizam pela dedução (cf. Descartes, 1989a, p. 21).

Esse filósofo entendeu o mundo sensível como composto de pensamentos obscuros e confusos, que davam margem à dúvida. Para ele, apenas das coisas

⁴ A evidência consistindo na intuição intelectual de uma idéia clara e distinta, sendo que, por intuição intelectual Descartes entendeu o conceito da mente pura, que nasce apenas da luz da razão, e na qual não se propaga nenhuma dúvida.

⁵ A dedução foi compreendida como aquilo que se conclui necessariamente de outras coisas conhecidas com certeza. (cf. Descartes, 1989a, p. 78 e 81).

puramente simples e absolutas é que se pode ter uma experiência certa; por esse motivo, refutou a experiência como fonte de conhecimento (cf. Descartes, 1989a, p. 12). E tendo, portanto, tal concepção, buscou fundamentar a Ciência em princípios racionais e lógicos.

3.1 A matemática no idealismo de Descartes

Após a elaboração de seu método, procurou aplicá-lo na própria matemática, em especial na geometria e na aritmética. Tal aplicação resulta em sua obra *La Géométrie*, dando origem um novo campo na matemática, a saber, a geometria analítica.

À Matemática a filosofia cartesiana proporcionou um alto poder de generalização e, conseqüentemente, de ampliação. Isso ocorreu, principalmente, na álgebra simbólica e nas interpretações geométricas da álgebra. A álgebra formal, que vinha progredindo desde a renascença, tem seu ponto culminante em sua obra *La Géométrie*. Tal obra marca o início da matemática moderna, visto que favoreceu o advento de novas criações, entre elas, o cálculo infinitesimal (cf. Descartes, 1947).

Podemos, enfim, dizer que Descartes teve como ponto de partida a matemática (inspirou-se em tal ciência para elaborar seu método) e como ponto de chegada a própria matemática (afirmou que seu método se encaixava perfeitamente à Geometria e à Aritmética), legitimou o raciocínio dedutivo e reduziu tudo à razão, ou seja, à intuição intelectual.

4. O REALISMO E O IDEALISMO: ALGUMAS COMPARAÇÕES

Do que foi exposto anteriormente, podemos perceber que o idealismo que se inicia com Descartes é muito distinto do realismo que prevaleceu até o século XVI. Entre suas diferenças, destacamos:

(i) A verdade se define no realismo pela adequação entre o pensamento e a coisa. A dialética é o método da metafísica realista. O conhecimento aristotélico era sempre discutível, porque sempre cabia discutir a verdade do conceito. Já Descartes busca um conhecimento que não dê margens à dúvida (parte de uma verdade primeira).

(ii) A atitude realista é extrovertida, no sentido de que consiste em irmos às coisas, em derramar sobre elas a capacidade perceptiva do espírito; enquanto que a idealista é introvertida, ou seja, consiste em fazer um giro de conversão e recair sobre o próprio eu.

(iii) Para o realismo, a realidade da coisa vem primeiro (é dada) e o conhecimento depois. Ao contrário, para o idealismo, a realidade da coisa é o final, o último degrau de uma atividade do sujeito pensante que vai terminar na construção da própria realidade das coisas; é, portanto, uma realidade derivada.

Ademais, com respeito, propriamente, à filosofia escolástica, havia diferentes métodos para as diversas ciências, já na moderna, há um único método para as diferentes ciências. Para Descartes, toda ciência humana consiste apenas em ver distintamente como as coisas de naturezas simples concorrem em conjunto para a composição de outras.

É ainda interessante destacar, como um ponto de mudança filosófica, a visão posta por Burt (1991) no que se refere à concepção de Descartes sobre o Universo físico. A esse respeito, Descartes concebeu os corpos como coisas dotadas de extensão e com vários tipos de movimentos. Ele também pretendeu elaborar uma física, cuja complementação não requeresse qualquer princípio além dos da matemática pura. Introduziu o que é denominada de “teoria do vórtice”, concepção de que a “matéria inicial” (ou, éter infinito⁶) forçada a uma certa quantidade de movimento pela ação divina, cai em uma série de remoinhos ou vórtices, nos quais os objetos visíveis, como os planetas e objetos terrestres são arrastados ou impelidos em direção a certos pontos centrais pelas leis do movimento do remoinho. Os corpos assim movidos podiam ser concebidos como puramente matemáticos. A teoria do vórtice de Descartes foi considerada a primeira tentativa de representar o mundo exterior de uma maneira diferente da visão da filosofia escolástica. Nessa última, o homem ocupava posição central no universo e Deus era concebido como causa final de todas as coisas. Na metafísica moderna, Deus passa a ser concebido como causa primeira do movimento. O homem deixa de ocupar a posição central no universo, posto que passa a ser ocupado pela natureza.

Em decorrência disso, enquanto a filosofia escolástica aborda termos como substância, acidente e causalidade, essência e idéia, matéria e forma, potencialidade e ocorrência, a filosofia moderna aborda questões referentes a forças, movimentos e leis, mudanças de massa no espaço e no tempo, etc. Por exemplo, o espaço e o tempo, que antes, nos métodos medievais, eram considerados características acidentais, agora, nos métodos modernos, passam a ser considerados características essenciais.

Do ponto de vista do conhecimento matemático, abaixo seguem algumas comparações.

⁶ O éter era concebido como o fluido que encheria os espaços situados além da atmosfera terrestre.

4.1 O conhecimento matemático no realismo e no idealismo

No que se refere ao conhecimento matemático, podemos perceber que:

- (a) enquanto no realismo a *nóhsiV* (nous) é o tipo mais alto de todo conhecimento, e a matemática, *dianoia* (diánoia), é considerada uma ciência propedêutica, situando-se numa região inferior (região do pensamento médio); no idealismo de Descartes, é o raciocínio discursivo, na figura da matemática universal, que toma esta posição de privilégio. A Matemática Universal é para Descartes a ciência geral que explica tudo o que se pode investigar acerca da ordem e da medida, sobrepujando em utilidade e facilidade as outras ciências que lhe estão subordinadas.⁷
- (b) Descartes, além de ter proporcionado à matemática um grande poder de generalização e ampliação, ponto em que se destaca sua obra *La Géométrie*, com qual foi possível obter uma simplificação e racionalização nas notações e nos símbolos,⁸ rompeu com a tradição grega em diversos pontos. Em tal tradição, a aplicação do cálculo à geometria já era utilizada no estudo das propriedades das figuras geométricas e soluções dos problemas derivados dessas, porém isto era feito somente para determinar magnitudes, áreas e volumes, e estabelecer proporções entre eles. Descartes estende tal aplicação: por exemplo, x^2 passou a ser interpretado, a partir dele, como segmento em vez de área. Além disso, a geometria analítica abriu espaço para que novas curvas fossem criadas e estudadas. A partir de então, uma nova curva pôde ser introduzida pelo simples ato de escrever uma nova equação; um grande passo em relação ao conhecimento grego. Assim, Descartes trabalha com problemas envolvendo construções além das secções cônicas, o que não era pelos gregos considerado como legítimo, pois não aceitavam construções que usassem outras curvas além das retas e círculos.

⁷ Relaciona-se a essa Matemática, tudo aquilo em que apenas se examina a ordem e a medida, independente de se referir a números (como no caso da Aritmética), figuras (como no caso da Geometria), astros (como no caso da astronomia), sons (como no caso da música), etc.

⁸ É interessante observar que Decartes foi o primeiro a utilizar as últimas letras do alfabeto para indicar as incógnitas, e as primeiras letras para indicar coeficientes ou constantes.

Como havia ocorrido a aritmetização da análise, caso conseguisse seu intento, toda a matemática clássica seria reduzida à lógica.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No item anterior foram analisadas as grandes inovações que a filosofia moderna proporcionou à matemática, que, aliás, sem dúvida, foram muitas. Além disso, foi feito um estudo comparativo entre a filosofia realista e a idealista, listando os diversos pontos filosóficos de divergências, inclusive com respeito à forma de se conceber o conhecimento matemático.

Entretanto, embora haja as diferenças apresentadas anteriormente, é possível apresentar ao menos um ponto de semelhança entre essas duas correntes filosóficas, a saber, ambas desconsideram o que jaz no mundo sensível como fonte do conhecimento matemático, postura característica de um racionalismo, onde a certeza do conhecimento não pode ser oriunda da experiência, mas jaz unicamente na razão.

Essa posição racionalista vai permanecer em filósofos posteriores como, por exemplo, apresenta-se na filosofia do matemático alemão Leibniz (1646-1716), e também é possível encontrá-la no Formalismo e no Logicismo, correntes filosofias que vigoraram, na matemática, no século XIX e início do XX. Abaixo segue uma breve descrição a respeito dessas filosofias.

Leibniz entendeu que as verdades matemáticas, as verdades da lógica pura, são verdades da razão; e, as verdades da experiência física são verdades de fato. Essas últimas, são confusas e obscuras. O ideal do conhecimento é o conhecimento necessário, o qual nos fornece as verdades da razão, que são inatas, virtualmente impressas e independentes da experiência.

O que vamos conhecer na vida já está dado e contido em nossa própria alma. (cf. Leibniz, 1996, p.22).

Assim, tal como no platonismo, aprender matemática consiste em fazer acordar a matemática que está latente em cada um de nós. (cf. Leibniz, 1996, pp. 389-390).

Ademais, Leibniz considerou que o conhecimento será cada vez mais racional quanto mais for matemático. A necessidade das descobertas em matemática é vista a partir de sua forma: “o conhecimento que não é evidente por si mesmo se adquire através de conseqüências, as quais só são corretas quando possuem sua forma devida.” (cf. Leibniz, 1996, p. 491).

O Logicismo se caracteriza pelo propósito de reduzir toda a matemática à lógica. O primeiro trabalho, de caráter determinado nesta direção, foi o do matemático alemão Frege (1848-1925), que pretendeu reduzir a aritmética à lógica.⁹

⁹ Na teoria de Frege conceito admite extensão. Essa extensão do conceito é um objeto. A extensão do conceito é um objeto do qual posso perguntar se ele cai sob o conceito. Pode-se

Esse matemático considerou a aritmética um corpo de verdades analíticas e *a priori*, ou seja, os únicos princípios exigidos para as afirmações aritméticas são aqueles da lógica. (cf. Frege, 1959 e 1983, § 3).

Concebeu o número como um objeto lógico, ideal, não tendo existência espaço-temporal, cujo acesso se dá unicamente por meio da razão.

Frege não conseguiu atingir seus propósitos, seu sistema mostrou-se inconsistente como apontou Russell, em 1902, com o então famoso ‘paradoxo de Russell’.¹⁰

A continuidade do logicismo se dá com o próprio Russell (1872-1970) que apresentou uma postura mais radical, a de reduzir toda a matemática à lógica. Esse matemático adotou a posição de que o mundo existe independente de nossa percepção. (cf. Russell 1919, p.59).

Enquanto Frege concebeu a aritmética como consistindo em conhecimentos puramente lógicos, que excluiu todo apelo à intuição, Russell estendeu tal concepção para toda a matemática. Para ele, as verdades matemáticas devem ser uma espécie de verdades lógicas ou analíticas, e essas, por sua vez, são produtos de convenções lingüísticas.

Para evitar a inconsistência presente na teoria de Frege, Russell apresentou, como saída, a geração de uma hierarquia de objetos. No entanto, com o propósito de restringir as definições e evitar o referido paradoxo, ele teve que introduzir o chamado “Princípio do Círculo Vicioso” (PCV)¹¹ como um princípio lógico adicional; e ainda postular um princípio não lógico, o “axioma da redução”.¹²

também perguntar se ele cai sob o conceito que lhe deu origem. Assim, se admitirmos o conceito $x \nmid x$, a extensão deste conceito é a classe $y = \{x; (x \nmid x)\}$, i.e., a classe de tudo aquilo que não é membro de si próprio. Desde que y é um objeto, podemos perguntar se ele cai ou não sob o conceito $x \nmid x$, i.e., $y \nmid y$ ou $y \mid y$. Mas, se $y \nmid y$ chegamos à conclusão de que $y \mid y$ e se $y \mid y$ chegamos a $y \nmid y$. Todavia, ambos os casos são contraditórios.

¹⁰ O PCV estabelece que: “Nenhuma entidade pode ser definida em termos de uma totalidade da qual ela é, por si mesma, um possível membro”. É este princípio que permite o surgimento de uma hierarquia de tipos de objetos: “a teoria dos tipos simples”.

¹¹ Tal axioma afirma que toda função proposicional é formalmente equivalente a uma “função predicativa”.

¹² Pois, como coloca Tiles (1991), esse axioma por se tratar de um axioma existencial e não lógico, sugere um retorno a alguma forma de platonismo (i.e., se a existência desses objetos independe de nós, então não podemos fazer restrições e limitar suas condições de existências como o faz o PCV).

Entretanto, tal axioma além de se tratar de uma suposição não lógica, também se apresentou incompatível com o PCV.¹³ Com isso, foi possível mostrar que o logicismo de Russell também não pode ser realizado.

Quanto ao formalismo, o propósito de Hilbert (1862-1943) foi o de unir o método logicista ao método axiomático, pois entendeu o formalismo não somente como um meio de defender tal método, como também uma forma de garantir a consistência nas investigações matemáticas. Concebeu que as coisas existem desde que novos conceitos e novas entidades possam ser definidos sem contradição. (cf. Hilbert, 1927, in: Heijenoort, 1971, p. 479).

O programa formalista não pode ser efetuado, isto se deu, como bem coloca Tiles (1991), pelos seguintes motivos: (i) por um lado, o teorema de Gödel (1931)¹⁴ mostrou que a formalização não pode ser considerada uma técnica por meio da qual pode-se provar que a matemática é livre de contradição; (ii) por outro lado, a crença de Hilbert na possibilidade de se obter uma prova finitária de consistência, estava ancorada em sua suposição de que tornando as regras de inferência regras formais de manipulação de símbolos, seria possível distinguir fórmulas prováveis de não prováveis. Mas, o teorema de Church mostrou que isso não é possível para fórmulas na lógica de primeira ordem.¹⁵

Dessa forma, os resultados tanto de Gödel como de Church demonstraram que Hilbert estava errado em pensar que deve ser possível, por meio de uma seleção de notações adequadas, ter um sistema formal capaz de ser interpretado como uma formalização da aritmética clássica. Com isso, a matemática não foi capaz de provar sua própria consistência.

Assim, no século XIX e XX, embora o logicismo e o formalismo tenham tentado fornecer à matemática uma boa fundamentação, não conseguiram atingir os seus propósitos, ocasionando uma crise no cenário da filosofia da matemática.

A partir disso, a postura de enfatizar a razão em detrimento da experiência, ponto comum nas filosofias aqui abordadas, passou a ser questionada, ademais, a concepção de que o conhecimento matemático constitui-se um corpo de

¹³ O que Gödel primeiro provou, foi que qualquer sistema formal, tal como aquele do PM, no qual a aritmética pode ser expressa, deve conter uma sentença G tal que se PM é consistente, nem G e nem $\sim G$ são teoremas de PM . Em outras palavras, uma formalização consistente da aritmética, não pode também ser completa.

¹⁴ O Teorema de Church mostra que ainda que o cálculo dos predicados de primeira ordem seja completo, i.e., toda fórmula bem formada válida seja provável, não existe processo finitário que verificará a provabilidade (e, portanto, a validade).

¹⁵ O Teorema de Church mostra que ainda que o cálculo dos predicados de primeira ordem seja completo, i.e., toda fórmula bem formada válida seja provável, não existe processo finitário que verificará a provabilidade (e, portanto, a validade).

conhecimentos absolutos foi outro ponto de forte contestação (cf. Lakatos, 1985; Hersh, 1985). Então, a matemática deixa de ser vista como uma ciência que repousa sobre verdades absolutas e passa a ser concebida como conhecimento falível, corrigível, parcial e incompleto.

Assim, embora tenham sido muitos os ganhos à matemática, advindos das correntes filosóficas aqui focalizadas e seja tão importante conhece-las, principalmente, para melhor entendermos o presente, é também oportuno ressaltar as limitações dessas filosofias frente às novas reivindicações quanto à natureza do saber matemático, as quais tendem a resgatar ou reconhecer outros aspectos relevantes na constituição do saber matemático, tais como: a falibilidade, o caráter intuitivo, experimental e temporal, os aspectos históricos, culturais e os advindos com as revoluções científicas¹⁶ (cf. Hersh, 1985; Lakatos, 1985; Grabiner, 1985; Wilder, 1985). Hoje, busca-se cada vez mais analisar a matemática como ela é, considerando-a como parte da criação humana e, como tal, sujeita a erros e correções.

BIBLIOGRAFIA

- ABBAGNAMO, N. *Dicionário de Filosofia*. São Paulo: Martins Fontes, 1999.
- ARISTÓTELES. *Organon IV: analíticos posteriores*. Trad. e Notas P. Gomes. Lisboa: Guimarães editores, 1987.
- AUDI, R. (ed.) *The Cambridge Dictionary of Philosophy*. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
- BICUDO, I. Platão e a Matemática. *Letras Clássicas*, São Paulo: Universidade de São Paulo, n.2, p. 301-315, 1998.
- BOYER, C. B. *História da Matemática*. Trad. E. F. Gomide. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda e Editora da Universidade de São Paulo, 1974.
- BURTT, E. A. *As Bases Metafísicas da Ciência Moderna*. Trad. J. Viegas Filho e O. A. Henriques. Revisão P. C. Moraes. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1991.
- CASSIRER, E. *Substance and Function-and Einstein's Theory of Relativity*. New York: Dover Publications Inc., 1953.
- COUTURAT, L. *Les Principes des Mathématiques*. Paris: Albert Blanchard, 1980.

¹⁶ A teoria de Thomas Kuhn defende que as revoluções são partes fundamentais do desenvolvimento científico, porém Kuhn isentou de sua tese a Matemática. Grabiner defende que a matemática não é uma ciência única sem revoluções, e que portanto, as revoluções fazem parte da prática matemática. Para exemplificar a autora apresenta uma particular revolução da matemática, a saber, a mudança no padrão de rigor entre as abordagens do cálculo do século XVIII e do XIX. Enquanto os matemáticos do século XVIII enfatizavam os resultados obtidos, independente do método utilizado, no século XIX a ênfase passou a ser nas provas reigorosas.

- DAVIS, P. J. & HERSH, R. *O Sonho de Descartes*. Trad. Mário C. Moura. Rio de Janeiro: Ed. Francisco Alves, 1988.
- DESCARTES, R. *La Geometría*. Trad. e Intr. P. O. Soler. Buenos Aires: Espasa-Calpe, 1947.
- . *The Geometry*. Trad. D. E. Smith e M.L.Latham. New York: Dover Publications, Inc., 1954.
- . *Regras para a Direcção do Espírito*. Trad. J. Gama. Lisboa: Edições 70, 1989a.
- . *Discurso do Método*. Trad. E. M. Marcelina. Comentários D.Huiman. São Paulo: Editora Ática, 1989b.
- FREGE, G. *The Foundations of Arithmetic*. English Translation by J. L. Austin. Oxford: Blackwell, 1959.
- . Begriffsschrift, a Formula Language, Modeled upon that of Arithmetic, for Pure Thought, 1879. In: Heijenoort, V. *From Frege to Gödel: A Source Book Mathematical logic 1879-1931*. Cambridge: Harvard University Press, 1971, pp. 1-82.
- GRABINER, J. V. Is Mathematical Thrut Time Dependet? In: TYMOCZKO. *New Directions in the Philosophy of Mathematics*. Boston: Birkhäuser, 1985, pp. 201-213.
- HERSH, R. Some Proposals for Reviving the Philosophy of Matehmatics In: TYMOCZKO. *New Directions in the Philosophy of Mathematics*. Boston: Birkhäuser, 1985, pp. 9-27.
- HILBERT (1927). *The Foundations of Mathematics*. In: Heijenoort, V. *From Frege to Gödel: A Source Book Mathematical logic 1879-1931*. Cambridge: Harvard University Press, 1971, pp. 464-479.
- LAKATOS, I. A Renaissance of Empiricism in the Recent Philosophy of Mathematics In: TYMOCZKO. *New Directions in the Philosophy of Mathematics*. Boston: Birkhäuser, 1985, pp. 29-48.
- MORENTE, M. G. *Fundamentos de Filosofia*. São Paulo: Editora Mestre Jou, 1970.
- PALÁCIOS, A. R.; PALÁCIOS, A. G. *Geo-Home-Trío & Geometría: Matemática e Filosofia*. Buenos Aires: Editorial Lumen, 1999.
- PLATÃO. *A República*. Intr. e notas R. Baccou. Trad. J.Guinsburg. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1973.
- PLATÃO. *A República*. Livro VII. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1989.
- RUSSELL, B. *Principles of Mathematics*. London: George Allen, 1903.
- TILES, M. *Mathematics and the Image of Reason*. London: Routledge, 1991.
- WILDER, R.L. *Introdution to The Foudations of Mathematics*. Second edition. New York: John Wiley, 1965.
- . The Evolution of Mathematical Practice: The Cultural Basis of Mathematics. In: TYMOCZKO. *New Directions in the Philosophy of Mathematics* Boston: Birkhäuser, 1985, p. 185-199.

PARA(RE)CONHECER UM ÍCONE: MENDELEIEV

Attico Chassot*

STRATHERN, Paul. *O sonho de Mendeleiev – A verdadeira história da Química*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002, 264 p. ilustr. ISBN 85-7110-653-3.

ROMÁN POLO, Pascual. *El profeta del orden químico: Mendeléiev*. Tres Cantos (Madrid): Nivola, 2002. 190 p. ilustr. ISBN 84-95599-29-6

Sem a pretensão de fazer-me editorialista, permito-me um comentário prévio acerca de resenhas em revistas, até porque esta que ora é oferecida à leitura é diferenciada, pois no mesmo texto se faz a recensão de dois livros. A justificativa para isso não está apenas na oportunidade de se comentar dois livros, que têm no título que dou a esse texto a referência maior, mas também porque a leitura de um e de outro oferece cotejos. E isso me faz aflorar questões: Por que as revistas e jornais, usualmente, publicam resenhas? Por que estas secções são, usualmente, muito apreciadas pelos leitores? Como editor de revista, quando solicito uma resenha, coloco ao resenhista uma sugestão fulcral: Buscar responder, de maneira bastante convincente, à questão: *Por que se (des)recomenda a leitura deste livro?* Como leitor ávido de resenhas espero ter minha curiosidade acerca do livro resenhado respondida nessa dimensão. Vale ler a obra? É evidente que, por primeiro deve valer a pena ler as resenhas e por isso elas se constituem textos razoavelmente exigentes.

A cada vez maior dilatação do espectro midiático nos faz detentores de menos tempo para leitura, em um ritmo quase imensurável. As oportunidades que nos são oferecidas na leitura eletrônica – impensadas há uma década – são quase de estarrecer. E, se ficarmos apenas no livro em suporte papel – este catalisador de paixões sensuais, que para alguns se inicia com o olfato –, damo-nos conta que é quase impossível ler a maior parte das ofertas editoriais que nos caberiam por dever de ofício. Em cada uma das diversas áreas, a produção é cada vez mais significativa. Aqueles que se aventuram em áreas interdisciplinares têm, então, suas exigências grandemente aumentadas, pois devem abarcar diferentes fronteiras do conhecimento. E, em minhas divagações,

*Doutor em Ciências Humanas: Educação. É autor, entre outros livros de *A ciência através dos tempos* (Moderna, 1994, 13. ed., 2002) E-mail: achassot@portoweb.com.br

não estou, ainda, incluindo as nossas necessárias satisfações no campo ficcional. Estas são, de maneira muito sistemática, postergadas; o que é lamentável. Trago apenas uma informação: em 2002 o mercado editorial espanhol publicou mais de 69 mil títulos; o brasileiro, para atender uma população mais de quatro vezes maior, produziu dez vezes menos títulos.¹ Quanto dessa extensa produção cada um de nós pode ler? Vivemos momentos que a leitura de um bom jornal diário (afortunadamente, ainda, em suporte papel) consome quase integralmente a rubrica ‘tempo de leituras de lazer’. Parece, assim, justificada a necessidade das resenhas, como para alertar-nos a cerca do que (não) merece ser lido. E isso é bastante.

Vencido esse já extenso preâmbulo, ofereço aos leitores de *Episteme* comentários acerca de dois títulos que envolvem um personagem – Mendeleiev – que traz, com muitas possibilidades, as mais diferentes evocações. No mínimo, a tabela periódica foi evocada pela maioria dos leitores ao ver o título dessa dupla resenha. Espero que a façamos aqui uma proveitosa conversação entre leitor ↔ resenhador. Oxalá, faça-se fértil esse diálogo.

Muito provavelmente não existe no imaginário de alunas e alunos do ensino médio (e, talvez mesmo entre os professores de Química) e até entre profissionais das diferentes áreas nenhum nome que desperte tanta admiração e mesmo curiosidade como o de Dimitri Ivanovitch Mendeleiev (1834-1907). À comunidade envolvida com os feitos do genial russo foi oferecido, em 2002, pelo menos dois livros – cujos dados bibliográficos estão acima –, que agora merecem atenções dos leitores de *Episteme*. Um é do premiado romancista inglês Paul Strathern e o outro do espanhol Pascoal Roman Polo, professor da Universidad del País Vasco. A seguir há comentários de um e de outro.

• *O sonho de Mendeleiev – A verdadeira história da Química*, onde Paul Strathern, que foi professor de filosofia e matemática na Kingston University, apresenta uma história da Química bastante deliciosa e com a competência de quem já publicou, em oito países, 12 volumes na coleção *Cientistas em 90 minutos* e 20 volumes na *Filósofos em 90 minutos*. Aqui é preciso nos despir de preconceitos para não olhar – antecipadamente – com certa desconfiança uma tão extensa e variada produção. Ter biografado pelo menos 32 cientistas e filósofos em livros relâmpagos exige um estofo inusual. Devo dizer que da imensa produção desse considerado ‘mestre dos textos introdutórios’ conheço apenas um e me decepcionou pela maneira não muito digna como trata as relações íntimas de Foucault, com mais destaque para

¹ Fonte: *Folha de S. Paulo*, p. E4, 19.04.2003

fofoca de alcovas do que o quanto com ele compreendemos melhor as relações de poder, por exemplo.

Em *O sonho de Mendeleiev* realmente esse título parece ser um chamariz. Trata-se como diz pretensamente o subtítulo, que não aparece na lombada, de *A verdadeira história da Química*. Aliás, aqui se poderia fazer o primeiro questionamento: Por que a adjetivação de *Verdadeira*? Qual a autoridade de dizer-se que agora se apresenta a Verdade e as outras... Aqui é preciso absolver Paul Strathern, e creditar ao editor brasileiro uma capa um tanto enganosa, pois no original inglês o título é: *Mendeleev's Dream: The Quest for the Elements*, que é menos pretensioso, mas também historicamente discutível. Ainda na capa há um significativo endosso, assinado por um desconhecido (entre nós) Jim Crace “*Uma jornada maravilhosa da alquimia à química em busca dos elementos do nosso Universo. Um livro de grande clareza e profundidade.*” Diria que temos nesse reclame – e não foi sem propósito que escolhi um substantivo obsoleto para publicidade – problemas de conteúdos, pois os elementos não são do Universo, mas são construções teóricas para explicarmos as substâncias. Sei que nessa afirmação não tenho a adesão dos mais ortodoxos. Quanto a dizer que em duzentas páginas se faz uma profunda História da Química é algo discutível. Vou fazer um contraponto. Resenhei uma *Pequena história da Química – primeira parte – dos primórdios a Lavoisier* escrita pelo professor de Química Juergen Maar, em um alentado livro de 848 páginas. Pela profundidade da obra e pelo número de páginas, dei como título da resenha: *Uma grande “Pequena História da Química”* (Episteme, n.9, p.137-139, jul./dez. 1999).

A assim chamada *A verdadeira história da Química* tem seqüenciação usual: se inicia com os gregos; e Strathern não é nem um pouco enviesado: “*num momento exato e num lugar exato – há 2.500 anos atrás na Grécia antiga houve a primeira manifestação de pensamento científico genuíno, atribuída a Tales*” (p. 15) e são nessas certezas e nesses dogmatismos que a “*história se faz verdadeira*”. Depois em Alexandria (Cap. 2), aparece a alquimia e com outros grupos esotéricos aparece, muito discretamente, a contribuição dos árabes. O cap. 3 apresenta o final da idade média com merecido destaque para alguns alquimistas cristãos. Nos tempos modernos, Paracelso ganha um capítulo (o 4) com uma bem posta biografia, que é mais extensa que a de Mendeleiev, que empresta o nome ao título do livro. A história prossegue com destaque muito merecido para Nicolau de Cusa e Giordano Bruno (cap. 5). No cap. 6, os destaques são para Galileu, Descarte e Bacon, mesmo que com esses dois não apareça destaque para o estabelecimento do empirismo e do racionalismo. No capítulo *Uma Ciência renascida* (o 7) são muito bem destacadas as contribuições de van Helmont e Boyle. O cap. 8 onde além de

apresentar Scheele, com a discutível imagem de “o descobridor científico mais azarado de todos os tempos” (p. 167), Strathern conta ainda passagens anedóticas da descoberta do fósforo e do níquel. No capítulo 9 se apresenta os mistérios de flogisto e no 10 o trabalho de Lavoisier para decifrar esse mistério. Com Dalton (no cap. 11) se diz ter uma fórmula para a Química e chega-se ao capítulo 12 com a história da descoberta da regularidade para classificação dos elementos.

E, então, se venceu 9/10 do livro; no penúltimo capítulo reencontramos o anúncio de capa e das páginas preambulares: Mendeleiev. Em 20 páginas, uma biografia relâmpago, onde um mítico sonho é central; e em outra meia dúzia, a Tabela periódica.

Há uma justificada frustração em relação ao anunciado, ainda que a história precedente seja bem contada. Vale destacar que a edição brasileira é muito bem concebida, com excelente diagramação. A presença de um muito completo índice remissivo facilita o uso de livro como fonte de consulta. Há uma iconografia muito bem selecionada e uma indicação de leituras adicionais para cada um dos treze capítulos, que lamentavelmente nem sempre é acessível, até porque não houve a preocupação dos editores brasileiros procurar adaptá-la a nossa realidade.

• Em *El profeta del orden químico: Mendeleiev*, Román Polo – que já havia traduzido para o eusquera^{2,3} a Tabela Periódica – apresenta o que título

² *Eusquera* ou *vasco*, é a língua falada no País Vasco, uma das autonomias da Espanha. É uma chamada língua isolada, ou seja, uma língua da qual não se conhece parentesco com nenhuma outra língua moderna. É um idioma tão difícil que em português *vasconço* é sinônimo de língua ininteligível.

³ Para que o leitor verifique o quanto o *eusquera* é uma língua, onde não se encontra semelhança com outras línguas, leia um excerto de um folheto que descreve a arquitetura do Museu Guggenheim de Bilbao. “*Eraikina elkarri lotukako bolumen batzuek osatzen dute, batzuk ortogonalak eta kararriz, titaniosko larru metaliko batez estaliak. Bolumen oriek beirazko gortina-hoemekin kombinatuta daude, araikin osoari gardentasuna eskainiz. Konplexutasun matimatikoaren eraginez, harri, kristal eta titanioko kurba bihurtuak ordenadore bidez diseinatu dire.*” A tradução (que faço do espanhol, é claro). “*O edifício está composto de uma série de volumes interconectados, uns de forma ortogonal recobertos de pedra caliza e outros curvados e retorcidos, cobertos por uma película de titânio. Estes volumes se combinam com muros, como cortinas de vidro que dotam de transparência todo edifício. Devido a sua complexidade matemática, as sinuosas curvas de pedra, cristal e titânio foram desenhadas por computador.*” É preciso reconhecer que se trata de um texto técnico com termo modernos. É fácil imaginar a complexidade de textos que contenham, por exemplo, a história remota vasca, uma das mais antigas civilizações do Planeta.

anuncia. Obra, que é o volume 9 da coleção “cientistas para a história”⁴ tem uma editoração primorosa e uma iconografia resultado de uma busca a fontes raras, que nem sempre disponíveis de um número maior de leitores. O texto tem o rigor do químico inorgânico da UPV, que se sentiu desafiado a produzir algo da dimensão do biografado e o fez com sobejos méritos.

No cap. 1 – *Amor de mãe* – ao conhecermos a Rússia do século 19, que ainda vivia sob o calendário Juliano, nos emocionamos com a forte relação de Dimitri com sua mãe. Em *Ciência, docência ou indústria* vemos as dificuldades de opção do jovem cientista e as exigências de buscar fora da Rússia aperfeiçoamento e fazer tessituras com outros ícones de então. Também nesse capítulo 2 conhecemos acerca das (des)venturas da vida amorosa do biografado. Mas é o título do capítulo seguinte: *Uma grande paixão: a Ciência* que conta desta que foi a sua relação mais intensa. Isso é detalhado no capítulo 4: *Sua obra mais querida: “Princípios de Química”* da qual ele mesmo disse: *“Princípios de Química” é a mais querida de minhas criações. Contém todo o meu ser, minha experiência de pedagogo e minhas idéias científicas mais íntimas* (p. 97). O cap. 5 – *O gênio aparece: a lei periódica* – detalha aquela que é a contribuição pela qual mais conhecemos Mendeleiev: a tabela periódica e no capítulo seguinte – *O poder de predição da Tabela periódica* –, conhecemos o quanto a genialidade extrapola a descoberta maior e o genial russo a usa para fazer predições e correções em descobertas de elementos. O último capítulo – *Mendeleiev, Moseley e Seaborg* – detalha a ratificação da lei periódica com o estabelecimento do número atômico.

Além de uma muito criteriosa biografia, contextualizada na Rússia da pré Revolução de 1917, especialmente quanto ao panorama da Ciência e da indústria química, há destaques a feitos da época com os quais Mendeleiev envolveu-se (movimentos feministas – talvez a maioria dos químicos desconheçam o quanto esse ancestral se envolveu com questões relacionadas com o feminismo –, ambientalistas, astronômicos, aeronáuticos...). Há, ainda, uma mirada em situações posteriores a 1907, nas quais Mendeleiev repercuta e aí se inclui a literatura atual (Levi, Sacks...). Há, ainda no corre de todo livro mais de duas dezenas de boxes (talvez devesse chamá-los de hipertextos), a maioria biografia de cientistas que aparecem na trama histórica ou ainda de fenômenos químicos; há alguns desses, que por serem por muito extensos –

⁴ Os oito títulos anteriores são: La rebelión de los astrónomos (Copérnico y Kepler), El fundador de la genética (Mendel), La prodigiosa penicilina (Fleming), El gran cambio en la Física (Faraday), El príncipe de los botánicos (Linneo), El movimiento del corazón y la sangre (Harvey) El hombre en llamas (Paracelso) e De la creación a la evolución (Darwin).

Caos e confusão da Química no século XIX, tem 6 páginas – que chegam a dificultar uma leitura linear do livro. Há ainda uma cuidadosa cronologia e bem elaborada bibliografia para futuros estudos.

Quase como encerramento uma notícia: O livro *El profeta del orden químico: Mendeleiev*, de Pascual Román Pólo muito provavelmente ainda nesse ano de 2003 estará a disposição dos leitores em língua portuguesa, e assim mais acessível no mercado brasileiro, já que a editora UNISINOS muito brevemente o incluirá em uma série a ser lançada de cientistas eminentes.

- Um e outro dos dois livros reforçam a figura mítica de Mendeleiev: olhar suave, mas interrogante, cabelo em desalinho, barba de profeta. Nenhum leitor aceitaria esse ícone da Química moderna sem essas marcas, por exemplo, com cabelo raso. Temos imaginários: construíram-nos a imagem de Einstein junto a uma lousa com fórmulas matemáticas indecifráveis ou Marie Curie com Pierre no laboratório procurando elementos radioativos a partir de toneladas de pechblenda. Desejo uma boa leitura para adensar mais as imagens que temos de Mendeleiev.

NEWTON: TEXTOS, ANTECEDENTES E COMENTÁRIOS

*Dilhermando Ferreira Campos**

COHEN, I. Bernard, WESTFALL, Richard S. (orgs.). **Newton: textos, antecedentes, comentários.** Rio de Janeiro : Contraponto. 524 p.

É difícil delimitar a importância do pensamento de Isaac Newton [1642-1727] para ciência moderna. Suas idéias impulsionaram a produção científica, consolidaram o método experimental como fonte de obtenção de conhecimento e deram ao homem uma linguagem para compreender o mundo que se mostrou eficiente para os interesses da época: a linguagem matemática.

Essa óptica matemática, solidificada pela criação do cálculo infinitesimal, permitiu ao homem quantificar, prever e transformar o mundo. Modificando sua relação com a natureza, o homem passou da contemplação à ação, intervindo no mundo com a confiança na descoberta da ordem do universo, sob a crença nas leis universais, permitindo-nos compreender fenômenos e desenvolver tecnologias, o que nos possibilitou criar a moderna sociedade tecnológica.

Com a importância de Newton para a modernidade é interessante que pouco de sua obra seja procurada e lida nos originais. Talvez por sua complexidade e pelos seus inumeráveis comentadores, os escritos originais de Newton acabaram ficando esquecidos por um tempo. Porém, com a importância dada hoje à História da Ciência, o conhecimento do desenvolvimento das idéias científicas tornou-se indispensável para a compreensão da própria Ciência. Entender as idéias dos pensadores por meio do estudo de sua evolução, analisando quais os caminhos que os levaram a desenvolver determinadas teorias, torna imprescindível a publicação e o conhecimento de escritos originais.

Os originais de Newton passaram a ser fruto de mais atenção quando o célebre economista John Maynard Keynes, que tinha por *hobby* pesquisar como os grandes pensadores trabalhavam, comprou em 1936, por um preço irrisório, vários lotes de escritos originais de Newton. Para seu espanto, Keynes descobriu que Newton dedicou mais tempo ao metafísico, à alquimia e à pesquisa de detalhes bíblicos do que dedicou à física e à matemática.

*Pós-graduando em História da Ciência pela UFMG. E-mail: dfcampos.serro@bol.com.br

Esse livro organizado pelos professores I. Bernard Cohen e Richard S. Westfall, traz não só os escritos sobre a física e a matemática newtoniana e suas teorias sobre o método experimental e filosofia natural, mas também suas pesquisas nos campos da alquimia e da teologia.

São nove capítulos divididos por temas (“Filosofia Natural”, “Método Científico”, “Método Experimental”, “Óptica”, “Mecânica Racional”, “O Sistema do Mundo”, “Alquimia e Teoria da Matéria”, “Teologia” e “Matemática”) onde os originais de Newton são apresentados junto à vários textos de renomados pensadores e historiadores da Ciência – inclusive um de Keynes, na parte que trata de alquimia e um de Alexandre Koyré, além de um pós-escrito de Einstein sobre a óptica de Newton – que discutem o pensamento e as teorias newtonianas tratadas em cada capítulo.

Além desses textos, os autores também incluíram uma introdução falando sobre o tema que será abordado em cada capítulo, o que é de muita utilidade para a compreensão dos textos originais, e um glossário no final, o que faz com que o livro não seja de interesse apenas para pesquisadores, tornando-o acessível também aos não especialistas nas áreas abordadas.

Porém, uma crítica que pode ser feita ao livro é que tanto nessas introduções, quanto nos textos que estão no final de cada capítulo, são explicitados e discutidos, sobretudo, as idéias científicas das quais Newton se utilizou no desenvolvimento de suas teorias. Os autores não se preocuparam muito com o contexto histórico em que ele viveu e com os aspectos culturais de sua época, que tornaram possível Newton pensar o que pensou naquele momento, a romper com um tipo de pensamento e criar uma nova forma de ver o mundo.

Talvez não fosse este o objetivo do livro mas, apesar da importância de termos os originais de Newton agora traduzidos para o português, é interessante observar que os livros que discutem idéias científicas costumam se esquecer das variantes culturais que permitem aos pensadores desenvolverem teorias em uma determinada época. Essa ótica culturalista também é importante para a compreensão das idéias científicas e pode dar ao leitor uma melhor visão da dimensão do impacto que determinadas teorias tiveram em seu tempo.

NORMAS GERAIS DE PUBLICAÇÃO DE TRABALHOS

1. **ENCAMINHAMENTO** — O autor encaminha seu texto em três vias à direção da Revista, mencionando, em carta, o título completo de seu trabalho, seu nome e sua posição na instituição em que trabalha, bem como os endereços e telefones para contato. Os trabalhos são aceitos para apreciação, supondo-se que sejam trabalhos inéditos e não encaminhados a outros periódicos.
2. **APRESENTAÇÃO E EXTENSÃO** — Os trabalhos devem ser digitados em folhas de papel de tamanho A4 (210x297mm) ou em folhas de formulário contínuo (220x280mm), numa única face e em espaço duplo. Os artigos devem ter no máximo 10.000 palavras e as resenhas, no máximo, 5 páginas.
3. **TÍTULOS, RESUMO E PALAVRAS-CHAVE** — EPISTEME recebe artigos em língua portuguesa, espanhola e, excepcionalmente, em língua inglesa. Os títulos dos artigos devem ser em português ou espanhol, conforme o caso, e também em inglês. Devem ser concisos e especificar claramente o assunto tratado no artigo. Cada artigo deve apresentar um resumo de 100/150 palavras em português ou espanhol, e em inglês. O autor deve indicar até cinco palavras-chave (*key words*), em ambas as línguas, que permitam a adequada indexação do artigo.
4. **DISQUETES E FORMATAÇÃO DO TEXTO** — É necessário que as cópias de trabalhos em disquetes sejam acompanhadas de cópias impressas em papel. Solicita-se um uso moderado dos recursos de processamento de texto encontrados nos processadores eletrônicos de texto. Utilizar apenas a cor preta para todo o texto. As fontes utilizadas devem ser apenas a *Times*, *Arial* ou *Helvetica*, em tamanho máximo 12 para o texto e 10 para as notas. Para os destaques, podem ser utilizados o negrito ou itálico. Evite indentações, tabulações e espaços; evite hifenizações manuais. A razão é que os textos serão padronizados em um único processador e, dadas as peculiaridades de cada processador, eventualmente não é possível recuperar um texto formatado em excesso. Indique no disquete o nome do arquivo, o processador utilizado e sua versão (se o seu processador possui recurso de contar palavras, use-o e indique estes dados).
5. **CITAÇÕES E REFERÊNCIAS** — As citações literais curtas (menos de 3 linhas) serão integradas no parágrafo, colocadas entre aspas e seguidas pelo sobrenome do autor referido no texto, ano de publicação e página(s) do texto citado, tudo entre parênteses e separado por vírgulas. Quando o nome do autor citado integra a frase, só o ano e o número da(s) página(s) serão colocados entre parênteses. As citações de mais de três linhas serão destacadas no texto em parágrafo especial e "indentadas" (quatro espaços à direita da margem esquerda). As referências sem citação literal devem ser incorporadas no texto, entre parênteses, indicando o sobrenome do autor e o ano da publicação.
6. **ILUSTRAÇÕES, FIGURAS E TABELAS** — As ilustrações, figuras e tabelas devem ser numeradas com algarismos arábicos na ordem em que serão inseridas no texto e apresentadas em folhas separadas no final do artigo. O texto indicará o lugar aproximado de inserção de cada elemento.
7. **NOTAS EXPLICATIVAS** — Se necessárias, serão numeradas consecutivamente dentro do texto e colocadas ao pé da página.
8. **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS** — No final do trabalho, devem ser incluídas, em ordem alfabética por sobrenome do autor, todas as referências citadas no texto, da seguinte forma:
Livros: sobrenome(s) do(s) autor(es) (em maiúsculas), nome(s) dos autores. Título e subtítulo do livro (em itálico). Lugar/Cidade da Editora: nome da Editora (sem constar a palavra "Editora"), ano da publicação.
Ex.: DREYFUS, Hubert L. & RABINOW, Paul. *Michel Foucault: uma trajetória filosófica (para além do Estruturalismo e da Hermenêutica)*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1995.
Capítulos de livros: sobrenome(s) do(s) autor(es) (em maiúsculas), nome(s) dos autores. Título e subtítulo do capítulo. In: sobrenome(s) do(s) autor(es) (em maiúsculas), nome(s) dos autores (do livro). Título e subtítulo do livro (em itálico). Lugar/Cidade da Editora: nome da Editora (sem constar a palavra "Editora"), ano da publicação. Páginas.
Ex.: BORNHEIM, Gerd. Sobre o estatuto da razão. In: NOVAES, Adauto (org.). *A crise da razão*. São Paulo: Companhia das Letras; Brasília: Ministério da Cultura; Rio de Janeiro: FUNDARTE, 1996. p. 97-110.
Artigos de periódicos/revistas: sobrenome(s) do(s) autor(es) (em maiúsculas), nome(s) do(s) autor(es). Título e subtítulo do artigo. Nome do Periódico/Revista (em itálico), Lugar/Cidade do Periódico/Revista, volume, número, páginas, mês(es) ano.
Ex.: VEIGA-NETO, Alfredo. Ciência, Ética e Educação Ambiental em um cenário pós-moderno. *Educação e Realidade*, Porto Alegre, v. 19, n. 2, p. 141-169, jul./dez. 1994.
Obs.: Em quaisquer desses casos acima, se houver mais de três autores, referir o nome do primeiro seguido de *et alii*.
9. **PROCESSO DE AVALIAÇÃO** — Coloque o nome do autor, título e instituição apenas na capa. Os artigos serão encaminhados para dois pareceristas. Após, encaminha-se ao autor uma resposta de aceitação, possíveis sugestões de modificações ou recusa do artigo. A avaliação é feita no sistema de duplo cego.
10. **DIREITO DE RESPOSTA** — Comentário de artigo ou réplica estão sujeitos à mesma regra de publicação e podem aparecer no mesmo ou em subseqüente número.
11. **RESPONSABILIDADE IDEOLÓGICA** — Os artigos cujos autores são identificados representam o ponto de vista de seus autores e não a posição oficial da Revista, do Conselho Editorial ou UFRGS.
12. **REVISÃO** — A correção lingüística dos textos em idioma estrangeiro é de responsabilidade do(s) autor(es).
13. A Comissão Editorial reserva-se o direito de publicar textos encomendados, reedições ou traduções que julgar pertinentes, no campo da Filosofia e História das Ciências.

Permuta / Exchange / Cambio / Échange

O Grupo Interdisciplinar de Pesquisa em História e Filosofia da Ciência do Instituto Latino-Americano de Estudos Avançados interessa-se em estabelecer permuta de sua publicação EPISTEME com revistas congêneres nacionais e estrangeiras.

