



episteme

filosofia e história das ciências em revista

ISSN 1413-5736

n.14 jan./jun. 2002



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

Wrena Panizzi

Vice-Reitor e Pró-Reitor de Ensino

José Carlos Ferraz Hennemann

Pró-Reitor de Pesquisa

Carlos Alexandre Netto

Vice-Pró-Reitora de Pesquisa

Marininha Aranha Rocha

Diretor do ILEA

Paulo Gilberto Fagundes Visentini

Coordenador do GIFHC

Aldo Mellender de Araújo

episteme

filosofia e história das ciências em revista

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 Luís Goldfarb (PUCSP, Brasil); Mario Otero (Universidad de la Republica, 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 (PROPEQ). **Capa de:** Carla Luzzatto. **Editoração eletrônica:** ComTexto 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: gfhc@ilea.ufrgs.br; URL: <http://www.ilea.ufrgs.br/gfhc>; <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. 14, jan./jul. 2002.

Episteme / Grupo Interdisciplinar em Filosofia e História das Ciências.
n. 14 jan./jul. 2002.

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 François Delaporte – A História como Aventura <i>Marlon Salomon</i>	9
Bateson e o programa de pesquisa mendeliano <i>Lilian Al-Chueyr Pereira Martins</i>	27
Explicación seleccional y explicación funcional: la teleología en la Biología contemporanea <i>Gustavo Caponi</i>	57
La metodología de los programas de investigación científica aplicada a la parasitología como un aporte epistemológico para la investigación experimental <i>Guillermo Denegri e Jacques Cabaret</i>	89
Del condicionamiento historiográfico a la omisión textual: Rivka Feldhay y el copernicanismo de Galileo Galilei <i>Fernando Tula Molina</i>	101
Karl Mannheim e os problemas epistemológicos da sociologia do conhecimento: é possível uma solução construtivista? <i>Léo Rodrigues Júnior</i>	115
A busca por uma definição de tradução lógica <i>Hércules de Araújo Feitosa e Ítala Maria Loffredo D'Ottaviano</i>	139
Resenha: O desvelar da imagem do mundo <i>Ático Chassot</i>	171
Resenha: A realidade será, por acaso, alguma coisa em que devemos acreditar? Bruno Latour dá notícias das trincheiras das Guerras da Ciência <i>Maria Lúcia Castagna Wortmann</i>	175
Resenha: O problema da consciência no cenário contemporâneo da filosofia da mente: o debate entre John Searle e Daniel Dennett <i>Carlos Diógenes Côrtes Tourinho</i>	181

A CIÊNCIA E O MUNDO QUIMÉRICO

A Ciência como atividade humana sempre exerceu um profundo fascínio. Seja porque promove mudanças nas condições materiais da humanidade, seja porque produz reflexões capazes de mudar a concepção de mundo. Nas últimas décadas, as mudanças na fabricação da ciência mudaram de tal sorte que, em relação ao período anterior, fazem parecer que ela tivesse apenas 'interpretado' o mundo. Mesmo sabendo que essa 'interpretação' é de alguma maneira diferente de outros modos interpretativos, a forma como a Ciência está hoje introjetada no modo de vida globalizado tem feito dela um dos vetores fundamentais na produção do mundo. E isso, numa escala e ritmos até então desconhecidos, que fazem da Revolução Industrial um vago e longínquo bosquejo.

Mas não são apenas coisas cada vez mais intumescidas de tecnologia que estão sendo produzidas dentro do mundo. As mutações são tais que é como se o próprio mundo estivesse sendo produzido como um todo: o invólucro e as coisas que contém. Isso nos faz lembrar a célebre frase do físico Richard Feynman que servia como uma epígrafe permanente no quadro-negro de seu gabinete no Instituto de Tecnologia da Califórnia: "What I cannot create, I do not understand". Ou seja, o que a Ciência que aí está não produz, parece não mais fazer parte do mundo. Ou melhor, parece fazer parte de um outro mundo, mais achamboado, selvagem para usar uma expressão antiga, em contraposição a um novo mundo invíscido. Daí que o professor Timothy Lenoir (ver *Episteme* n. 10), fala com muita propriedade desse novo período como sendo não mais de uma Ciência ingênua, mas de uma Tecnociência.

Poucos exemplos são mais rotundos para ilustrar o que está ocorrendo do que aqueles que dizem respeito à clonagem e transgênicos. Que vem a ser a clonagem? Poder-se-ia responder a essa questão com uma série de demonstrações conceituais que, talvez, apenas os geneticistas poderiam fazê-las e entendê-las de forma apropriada. Mas, numa das reuniões do Grupo Interdisciplinar em Filosofia e História das Ciências realizadas para debater os problemas epistemológicos das fronteiras do conhecimento científico contemporâneo, o renomado geneticista Francisco Salzano respondeu a essa pergunta de uma forma brilhante. Disse-nos ele que a idéia de clonagem já estava na Bíblia, onde está escrito que Eva foi feita a partir da costela de Adão.

Quando as metáforas dos feitos científicos precisam ser buscadas no imaginário mitológico-cosmogônico da humanidade, então uma grande página da história humana acabou de ser virada. Nesses momentos, as reflexões epistemológicas podem ajudar a entender as raízes e o sentido desses caminhos ainda toscos de modo que se possa aquilatar o impacto dessa Tecnociência na vida humana atual. Com isso, talvez, ajudar a evitar que ela aceda a um mundo quimérico.

Episteme 14: o que há para ler?

Este número 14 da Episteme traz importantes contribuições sobre as raízes de algumas áreas científicas que hoje despontam no mundo tecnocientífico, como a Genética e a Lógica. Organizados em quatro grupos, os artigos apresentam reflexões sobre as ciências da vida, do universo, da sociedade e da lógica.

No primeiro grupo, incluem-se uma entrevista e três artigos. A surpreendente entrevista com o professor François Delaporte (Université Picardie-Jules-Verne) feita por Marlon Salomon, da Pós-Graduação em História da Universidade Federal de Santa Catarina, esclarece sobre os contextos, influências e questões que marcaram a trajetória de um dos mais influentes estudiosos de história das epidemias e das possibilidades epistemológicas da medicina. A influência de Foucault em sua obra e como surgiu a idéia de fazer uma história da febre amarela e, depois, também do mal de chagas vão sendo desveladas com muita desenvoltura e detalhes emocionantes.

O primeiro artigo desse bloco, intitulado *Bateson e o programa de pesquisa mendeliano* e escrito pela professora Lillian Al-Chueyr Pereira Martins, da Pontifícia Universidade de São Paulo e Universidade Estadual de Campinas, tem a ver com um dos assuntos mais instigantes e polêmicos da atualidade: clonagem e transgênicos, cujas origens se encontram nos experimentos de Mendel. Descortinar como esses experimentos fundamentais foram esquecidos e depois redescobertos pelas pesquisas de Bateson é o tema tratado com esmero lapidar por esse artigo. A autora não se resume a uma narrativa precisa dos grandes dramas e acontecimentos históricos. A linha condutora que torna esse texto por demais atraente é a reconstrução da grande batalha da definição da estratégia metodológica no desenvolvimento do programa de pesquisa mendeliano. Nessa trama, a autora soube dosar com muita parcimônia a reconstrução histórica e os grandes problemas epistemológicos dos programas de pesquisa dos protagonistas. O resultado não poderia ser melhor: um texto que a cada linha abre novas perspectivas para entender o que até então pareciam ser duas caricaturas inamovíveis. Primeiro, a noção de que Bateson apenas 'redescobriu' o programa mendeliano. Segundo, o fato desse programa sempre ser visto como sendo ligado ao indutivismo ingênuo. A profa Lillian mostra como Bateson soube montar um poderoso e fértil programa de pesquisa que redesenhou os princípios de Mendel, que haviam ficado esquecidos, e que firmou as raízes da genética para o florescimento que deslumbra hoje.

No artigo seguinte, *Explicación seleccion y explicación funcional: la teleologia em la Biología contemporanea*, o professor Gustavo Caponi, da Universidade Federal de Santa Catarina, desvenda com uma peculiar propriedade as implicações da distinção feita por Mayr entre biologia funcional e biologia evolutiva. Para tanto, o professor Caponi propõe que a sustentação epistemológica dessa distinção reside na possibilidade de se considerar o ser vivo de duas formas teleológicas: uma funcional e outra seletional. Todavia, essa distinção não se coloca como uma reprise de um debate que vem ocorrendo no cenário da reflexão epistemológica em Biologia. Pelo contrário: o texto apresenta as conseqüências metodológicas que essa diferença impõe.

Por isso, o autor dissecar com precisão cirúrgica a estrutura dos modelos de explicação funcional e seletional. Se isso não bastasse para dar dinamicidade a sua reflexão, o autor ilustra os conceitos que quer esclarecer com fatos dramáticos do mundo contemporâneo, como por exemplo, os atentados contra o World Trade Center ocorridos em Nova York. Qual a função que um possível mentor teve em relação a eles? De responsabilidade ou de intervenção? Que outros significados pode-se dar ao termo função? Dessa forma bastante arguta, o professor Caponi vai dimensionando a gangorra das relações entre a economia do organismo, no qual 'nada existe em vão', e da economia da seleção natural, que 'cobra os custos e benefícios de uma população de indivíduos'.

O terceiro artigo desse bloco, intitulado *La metodología de los programas de investigación científica aplicada a la parasitología como un aporte epistemológico para la investigación experimental*, escrito pelos professores Guillermo Denegri, da Universidade Nacional do Mar do Prata (Argentina), e Jacques Cabaret, do INRA (França). Nele, os autores investigam a possibilidade de desvendar um programa de pesquisa em parasitologia com base na conceituação de Lakatos e como isso pode ajudar a solução e proposição de problemas nessa área. Além de lançar luz aos importantes conceitos de Lakatos, que o tornaram muito influente no cenário epistemológico do final do século XX, os professores expõem detalhadamente como aplicá-los na prática. Muito mais do que propor uma bula, o artigo procura sondar as possibilidades de programas preditivos na parasitologia, de sorte a melhorar o poder explicativo das teorias.

O bloco seguinte, das ciências do universo, possui um único artigo, intitulado *Del condicionamiento historiográfico a la omisión textual: Rivka Feldhay y el copernicanismo de Galileo Galilei*, escrito pelo professor Fernando Tula Molina, da Universidade Nacional de Quilmes (Argentina). A amplitude das questões tratadas nesse artigo o tornam por demais estimulante. Ao mesmo tempo em que o autor introduz a importância da obra e do pensamento de Feldhay, que relaciona o profícuo diálogo entre a descoberta científica de Galileu e a cultura renascentista da época, estabelece com ela pontos de tensão. Seria o modelo Galileu um exemplo para entender o que viria a ser a 'reestruturação de um campo cultural'? Caso esse argumento possa progredir, seria então a Ciência 'basicamente um discurso'? Como as instituições se moveram para incorporar o ineditismo científico, entendido como discurso, de Galileu? O autor, ao responder essas questões à luz das teses de Feldhay, acaba por revelar que elas estão ancoradas nas relações entre os pares persuasão-demonstração e ciência-retórica. Longe de concordar com elas, o autor vai estabelecer uma contrapartida à proposição de Rivka Feldhay ao demonstrar o pouco caso que ela fez com passagens fundamentais dos textos de Galileu sobre as manchas solares utilizados como estudo de caso. Assim, o autor coloca a historiografia como peça de alteração para a crítica de análises dessa ordem.

O próximo bloco, que versa sobre as ciências sociais, também possui um artigo, intitulado *Karl Mannheim e os problemas epistemológicos da sociologia do*

conhecimento científico: é possível uma saída construtivista?, escrito pelo professor Léo Rodrigues Júnior, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Nesse artigo, o autor analisa como e porque as proposições de Mannheim sobre as possibilidades de declarar a validade do conhecimento científico com base nas teses da sociologia do conhecimento se esgotaram e geraram sérios impasses para o desenvolvimento dessa disciplina. Por meio de uma contextualização histórica, o artigo vai expondo a evolução dos conceitos, especialmente a nova perspectiva aberta por Kuhn, que levaram ao surgimento de correntes como a dos construtivistas Knorr-Cetina e Bruno Latour, que introduziram novas e promissoras questões para essa área.

O quarto bloco, da Lógica, apresenta o instigante artigo intitulado *A busca por uma definição de tradução lógica*, escrito pelo professor Hércules de Araújo Feitosa, da Universidade Estadual Paulista, e professora Ítala Maria Loffredo D'Ottaviano, da Universidade Estadual de Campinas. Com um grande vigor demonstrativo e maestria própria de quem conhece profundamente a área, os autores discorrem não só sobre os principais problemas que residem na análise das inter-relações entre sistemas lógicos, mas também os apresentam de forma pormenorizada e evolutiva. Além disso, os leitores são brindados com uma lapidar definição de tradução lógica que acaba servindo como alicerce para uma possível teoria de traduções lógicas. Os professores de São Paulo mostram que a busca dessa teoria acaba trazendo uma reflexão mais profunda sobre o significado mesmo da Lógica. Porém, os desafios não param por aí, pois há, também, uma consequência importante do estudo que empreendem, cujos resultados nem sempre ocorrem nas mesmas taxas de outras áreas do conhecimento, qual seja: a possibilidade de utilizar as traduções entre sistemas lógicos nas linguagens de programação. Dada importância dos sistemas computacionais nos dias atuais, os autores sugerem que há ainda muitas chaves para serem descobertas.

Na seção final de Episteme, o leitor pode se deleitar, ainda, com três belas resenhas. A primeira, intitulada *O desvelar da imagem do mundo* escrita de forma entusiasmada, singular e convidativa pelo professor Attico Chassot, apresenta o livro *A construção da imagem científica do mundo*. Além do esmero da apresentação da obra de Capria, o professor Attico aproveita o ensejo para questionar o monólogo dogmático com se tratam as questões da Ciência.

A segunda é extremamente aguçada desde o título *A realidade será, por acaso, alguma coisa em que devemos acreditar?* Bruno Latour dá notícias das trincheiras das guerras da Ciência. Escrita pela professora Maria Lúcia Castagna Wortmann, esta resenha apresenta de forma dialógica o livro *A esperança de Pandora*, de Bruno Latour. A terceira resenha, intitulada *O problema da consciência no cenário contemporâneo da Filosofia da Mente: o debate entre John Searle e Daniel Dennet*, escrita pelo pesquisador Carlos Diógenes Côrtes Tourinho, além de apresentar o livro de Searle, introduz uma profícua contenda sobre as questões relacionadas com a consciência.

Rualdo Menegat, Editor da revista *Episteme*.

A HISTÓRIA COMO AVENTURA ENTREVISTA COM FRANÇOIS DELAPORTE

Marlon Salomon*

François Delaporte é professor de epistemologia e história das ciências na *Université Picardie-Jules-Verne*, em Amiens. É autor de *Le second règne de la nature: Essai sur les questions de la végétalité au XVIIIe siècle* (Paris: Flammarion, 1979), *Disease and civilization: the cholera in Paris, 1832* (Cambridge, Mass.: MIT Press, 1986) – Trad. Francesa *Le savoir de la maladie: essai sur le cholera de 1832 à Paris* (Paris: PUF, 1990) – *Histoire de la fièvre jaune: naissance de la médecine tropicale* (Paris: Payot, 1989), *Les épidémies* (Paris: Presses Pocket, 1995), *Histoire des myopathies*, em colaboração com Patrice Pinell (Paris: Payot, 1998). Organizou a coletânea de textos de Georges Canguilhem *A vital rationalist: selected writings from Georges Canguilhem* (New York: Zone Books, 1994). Publicou recentemente *La maladie de Chagas. Histoire d'un fléau continental* (Paris: Payot, 1999. 219p).

Salomon – Antes de estudar Filosofia, você estudou Arquitetura?

Delaporte – Sim. Estudei arquitetura durante alguns anos e depois de algum tempo decidi estudar Filosofia. Como, na verdade, tudo isso ocorreu, não me recordo muito bem. Entusiasmei-me pela Filosofia. Comecei a ler muitas coisas a respeito de Althusser e de outros autores e decidi começar a fazer um curso de Filosofia, mas com a idéia de entrar no campo da Filosofia da Ciência e de trabalhar com pessoas que, na época, estavam trabalhando sobre esse assunto, como Canguilhem. Fui então à Sorbonne e fiz um primeiro ano e, então, um segundo, um terceiro... Mais tarde, dirigi-me a Canguilhem para fazer a *maîtrise*. No início, eu pensava que já havia muita gente com ele, mas de fato não havia.

Salomon – Isso ocorreu no final dos anos 60?

Delaporte – Em 1968. Eu havia começado a fazer Filosofia antes, acho que em 66 – muito tarde, como se vê. Recordo-me que foi em 68, pois logo depois de maio eu me dirigi a Canguilhem com o objetivo de fazer a *maîtrise*. Na primeira entrevista, perguntei a mim mesmo por que logo a Sorbonne. Naquela época, podia-se fazer a *maîtrise* em dois anos. Eu havia escolhido esse caminho, de fazer com ele esse trabalho, seguir os seus cursos na Sorbonne. Mais tarde, quando ele se aposentou, apresentou-me a Foucault que vinha trabalhar no *Institut de Histoire des Sciences* que estava ligado à Sorbonne, e do qual Canguilhem era o diretor. Você sabe, o primeiro diretor desse Instituto foi Bachelard e em seguida Canguilhem o assumiu.

*Programa de Pós-Graduação em História, Área de História Cultural da Universidade Federal de Santa Catarina, bolsista CAPES. E-mail: marlonsalomon@hotmail.com

Foi onde conheci Foucault. Quando precisei então fazer uma tese de terceiro ciclo – naquela época, havia essa tese depois da licenciatura ou da *maîtrise* –, escolhi um tema para estudar, já relacionado a um trabalho que havia feito, e fui desenvolvê-lo com Foucault. Tratava-se de uma história do conceito de sexualidade vegetal, e Foucault me aceitou. Nessa época, ele fazia trabalhos sobre a sexualidade, dava cursos sobre isso também em Vincennes, acho que isso foi por volta de 1970. Recordo-me que naquela época ele morava na rua Finlay, bairro 15. Era exatamente nesse momento que ele entrava no *Collège de France* e estava escrevendo seu discurso para a aula inaugural. Bom, ele aceitou a direção da minha tese e então pude iniciar o meu trabalho o qual desenvolvi durante quatro ou cinco anos. Quando o trabalho estava feito, eu lhe entreguei e fizemos então a banca de defesa tendo como jurados Foucault, Canguilhem, Dagognet e Suzanne Bachelard, que era a filha de Gaston Bachelard e na época havia assumido a direção do *Institut de Histoire des Sciences*, onde eu então trabalhava, primeiro como secretário de Canguilhem, e depois de Suzanne Bachelard.

Salomon – *Foucault não costumava dirigir teses?*

Delaporte – Eu creio que não. Ele tinha muita resistência e nunca quis dirigir teses. Bom, ele me conhecia, sabia que eu vinha da parte de Canguilhem bem como eu o conhecia; o tipo de tema com o qual eu trabalhava parecia lhe agradar, pois se tratava de um objeto de estudos que não lhe parecia “fantasioso”, fora da realidade. No início, escolhi trabalhar com a história do conceito de sexualidade, mas depois mudei a estrutura do trabalho concentrando-me sobre a idade clássica, sobre o século XVIII. Passei então a examinar toda a relação entre o vegetal e o animal e a construção de uma fisiologia vegetal nos séculos XVII e XVIII, examinando todas as diferentes funções existentes, como a de nutrição, por exemplo, tratando do assunto do movimento e, por conseguinte, do assunto da sexualidade. De tal maneira que se tornou um trabalho com uma maior coerência.

Salomon – *Le second règne de la nature?*

Delaporte – Exato!

Salomon – *Como você chegou ao tema desse trabalho?*

Delaporte – Trata-se do prolongamento do trabalho que havia desenvolvido anteriormente, ligado ao tema da vegetalidade, da assimilação e da oposição do vegetal e do animal, da construção de objetos, dos tipos de alternativas que podiam existir no século XVIII e também como isso culminava em alguns temas importantes como o da sexualidade, da estética, e coisas assim. Foi Foucault quem escolheu o título desse trabalho, *Le second règne de la nature*.

Salomon – *Como foi isso?*

Delaporte – Um dia lhe perguntei como poderia chamar esse trabalho. Ele abriu a *Philosophie Botanique* de Lineu – você sabe, Lineu faz a distinção entre os três reinos da natureza, o animal, o vegetal e o mineral – e me disse: “o segundo reino da natureza”! Foi um título bem bonito, não? Esse livro foi imediatamente traduzido para o alemão, para o inglês nos Estados Unidos, mas na França foi muito mal

distribuído, de tal maneira que era impossível encontrá-lo nas livrarias. Em todo caso, houve uma boa recepção no exterior, o que é mais importante.

Salomon – *Você continuou em contato com Canguilhem mesmo após ele haver se aposentado?*

Delaporte – Sim. Eu mantive contato com ele durante todo o tempo, porque depois de ter sido seu aluno desenvolvemos uma boa amizade. Permaneci durante oito anos no México e nesse período mantive correspondência com ele, que me ajudava sempre com cartas para me viabilizar possibilidades de emprego, pois eu não ocupava nenhum emprego oficial e era professor visitante na UNAM. Quando retornei à França, também continuei muito próximo de Canguilhem e nessa época iniciei esse trabalho com os seus manuscritos que foram publicados nos Estados Unidos e fiz tudo isso com seu consentimento.

Salomon – *Ele confiou a você esses textos?*

Delaporte – Sim, os textos do curso do ano de 1943.

Salomon – *Quando ele lhe confiou esses textos?*

Delaporte – Acho que em 1992, quando retornei à França e quando tudo isso podia ser feito. Tratava-se dos manuscritos da época em que ele fazia sua tese em medicina, *O normal e o patológico*. Nesse sentido, pude pegar alguns textos inéditos que foram integrados nesse livro que foi publicado nos Estados Unidos com Paul Rabinow e com o canadense Camille Limoges, que havia sido aluno de Canguilhem. Esse fez um dos primeiros bons trabalhos sobre Darwin e a seleção natural, que foi publicado em sua coleção *Galien*. Camille Limoges havia recompilado muitas coisas, muitos artigos que Canguilhem havia publicado, e fez também uma biobibliografia dos trabalhos de Canguilhem e de tudo o que sobre ele havia sido escrito. Esse livro foi publicado com o título de *A vital rationalist*.

Salomon – *Esse título é uma alusão a uma forma de filosofia, a do conceito?*

Delaporte – Sim, trata-se de uma alusão ao que representa a posição de Canguilhem para a filosofia biológica. Eu creio que ele o apreciou.

Salomon – *E por que não foi publicado em francês?*

Delaporte – Bom, todos os textos foram traduzidos e publicados em inglês. Não havia a possibilidade de se publicar esse livro em francês porque Vrin, o editor, não queria fazer um *text book*. Houve muitas resistências, porque eu queria publicar trechos dos livros, e para tanto, havia que se ter autorização dos editores. Consegui as autorizações porque Canguilhem sempre ia comigo insistir junto a Vrin para que me cedesse os direitos de publicação para o inglês. Esse livro obteve sucesso nos Estados Unidos, e acaba de ser lançado no formato de *paper book*. No entanto, é paradoxal, pois há textos inéditos de Canguilhem e que pela primeira vez foram publicados, mas em inglês.

Salomon – *Canguilhem não se interessou durante a sua vida em publicar muitos livros?*

Delaporte – Não que não tenha tido interesse. Ele publicou sua tese de medicina e depois houve ainda um outro livro sobre o conceito de reflexo, e todos os seus

outros livros são coletâneas de artigos, de textos de participações em colóquios, coisas nesse sentido, que ele agrupou tematicamente. Tratava-se de alguém mais preocupado com a formação das pessoas do que com as publicações. Canguilhem publicou pouco, mas o pouco que publicou é de uma qualidade quase inigualável. Portanto, não se trata de perguntar “quantos livros”, mas “quais livros”.

Salomon – *Quando Canguilhem lhe indicou para fazer uma tese com Foucault, Foucault estava entrando no Collège de France e já era então bastante conhecido. É nesse momento também que muita gente começa a se reunir em torno dele?*

Delaporte – Sim. Ele começou o seu curso no *Collège de France* em 1970. Em todo caso, não posso falar disso, porque estava nessa época envolvido com o meu trabalho de doutorado, e portanto não tinha muito contato para saber tudo o que acontecia no *Collège de France*. Após defender minha tese, em 1976, tive mais contato com as coisas que se passavam por lá. Foi quando então pensei em fazer uma tese de Doutorado de Estado e lhe perguntei se não aceitaria dirigir também esse trabalho, já que havia dirigido minha tese de terceiro ciclo. Ele aceitou a direção. Pretendia então mudar um pouco de campo, passar da biologia à medicina. Ele me propôs então trabalhar sobre o assunto do cólera de 1832. Quando comecei a trabalhar sobre esse assunto, também comecei a participar dos seus seminários, de 1977 a 1979. Durante três anos, em todo caso, frequentei-os e eram muito estimulantes. Ele estava trabalhando nesse momento sobre o tema da medicalização da sociedade.

Salomon – *Você participava também das conferências?*

Delaporte – Foi então que comecei a fazer as primeiras exposições do trabalho que estava ligado a minha pesquisa sobre o cólera. Fui assistir algumas vezes às conferências, mas eu participava mesmo dos seminários.

Salomon – *Como eram os seminários?*

Delaporte – Havia algumas reuniões com as pessoas que estavam ao redor de Foucault, como François Ewald, Pasquino, Fontana e outros. Preparavam-se exposições para serem feitas no seminário no *Collège de France* que contava com um público muito importante — havia também muita gente. Lembro-me muito bem, porque comecei a tomar a palavra nesse lugar famoso ao lado de Foucault (risos). Foi um momento muito estimulante na vida intelectual de Paris. Depois eu saí do CNRS e fui para os Estados Unidos, em 1980.

Salomon – *Você terminou sua pesquisa sobre o cólera e foi para os Estados Unidos?*

Delaporte – Acho que fui para os Estados Unidos por volta de 1980. Fiquei lá um ano recebendo uma bolsa da Fundação Arthur Sachs, no departamento de História das Ciências da Universidade de Harvard, e lá pude trabalhar muito, desenvolver projetos sobre o cólera de 1832, porque há boas bibliotecas por lá, que permitiam realizar um bom trabalho. Depois de um ano, fui para o México, onde desenvolvi meu trabalho e pude encontrar uma colocação como professor convidado no Instituto de História da UNAM. Só então terminei o meu trabalho sobre o cólera de 1832.

Salomon – *Esse trabalho foi publicado primeiramente nos Estados Unidos?*

Delaporte – Sim. Ele foi publicado primeiro nesse país porque o *MIT Press*, que havia publicado meu livro anterior, firmou comigo um contrato para também poder publicar esse segundo trabalho. Assim, eu tive a possibilidade de publicá-lo nos Estados Unidos, mesmo porque eu não estava na França, e se você não se encontra na França, você não consegue fazer nada por lá. Tive que esperar até a minha volta à França para poder então encontrar um editor e poder publicá-lo.

Salomon – *A diferença entre os títulos desse livro em inglês (Disease and Civilization) e em francês (Le savoir de la maladie) deve-se a uma sugestão do editor?*

Delaporte – Na verdade, não me recordo muito bem. Talvez *Disease and Civilization* fosse um título que ficaria melhor em inglês. Sim, pois se tratava, ao contrário de uma análise em termos de história da medicina, de uma análise que também levava em conta o contexto cultural, a maneira como se percebia a epidemia, ou seja, algo que tem a ver com a cultura. Nesse sentido, creio que nos Estados Unidos foi um título que fazia mais sentido.

Salomon – *Talvez essas mudanças de título dos livros nos Estados Unidos estejam ligadas ou a uma adequação cultural do livro ou a uma adequação ao próprio mercado editorial. Como Disease and Civilization, Histoire de la folie também recebeu um título muito parecido nos Estados Unidos, Madness and Civilization.*

Delaporte – É mesmo? Isso eu não sabia. Deve ser supostamente uma idéia do editor.

Salomon – *Você ficou oito anos no México?*

Delaporte – Sim. Permaneci no México até 1988 como professor visitante. Nessa época, comecei a desenvolver um trabalho sobre a história da febre amarela.

Salomon – *Por causa da disponibilidade do material para a pesquisa?*

Delaporte – Sim. Creio que não se pode fazer qualquer coisa em qualquer lugar. Claro, quando se tem material é possível, mas me parecia então mais pertinente trabalhar sobre problemas da América Latina, pois são temas que não haviam sido suficientemente trabalhados, de uma maneira mais rigorosa. Da mesma forma se deu com o trabalho sobre a doença de Chagas, o qual descobri quando vim ao Brasil. Trata-se de uma maneira de se buscar objetos de estudo que não são em geral estudados pelos historiadores da Europa ou dos Estados Unidos. Além de tudo, tratam-se de tipos de problemas que são muito interessantes e estão ligados ao desenvolvimento científico dos Estados Unidos e da Europa, que não se excluem, pois estão inter-relacionados. Para tanto, era necessário voltar aos textos originais de Finlay ou aos de Chagas.

Salomon – *Durante esse tempo no México, você se dedicou ao ensino e à pesquisa de Histoire de la fièvre jaune?*

Delaporte – Sim. Trabalhei também em alguns projetos ligados à história do México. São projetos que um dia pretendo ainda desenvolver, quando tiver oportunidade. Tenho alguns projetos muito interessantes, como um sobre o nascimento do culto a Nossa Senhora de Guadalupe, a partir de uma epidemia no século XVIII, o

que envolve todo um problema da história da medicina, e também um problema de história da cultura, porque se trata do período ligado à história da colonização, e de um modo de poder que se estabelece nesse momento com os jesuítas. Trabalhei diferentes tipos de coisas, especificamente sobre a cultura do México.

Salomon – *Em 1988, você voltou então para França.*

Delaporte – Retornei, pois queria encontrar uma colocação. Finalmente, então, pude obter uma colocação como professor na Universidade em Amiens.

Salomon – *Como foi seu retorno à França?*

Delaporte – Eu nunca havia perdido contato com os amigos, mas devo dizer que saí da França porque a situação estava totalmente “fechada”. A partir do que pretendia fazer, eu me via na obrigação de voltar à França, já que me faltava contato com pessoas que trabalhavam nessa área, porque no México tudo gira, de alguma forma, em torno da antropologia. Dessa forma, eu me sentia um pouco isolado. Mas eu também queria voltar. Há um momento em que se quer voltar para poder desenvolver um outro tipo de trabalho e também para encontrar um trabalho. Quando voltei para a França, trabalhei no INSERM e vivi na cidade universitária.

Salomon – *Em que pesquisa você começou a trabalhar?*

Delaporte – Quando regressei, comecei a trabalhar na *Histoire des myopathies*, o que me foi possível a partir de um contrato firmado com a *Association Française de Myopathie*. Precisamente porque eu não tinha nenhum emprego, o trabalho funcionava a partir de um contrato firmado para escrever um livro. Porém, o que foi apenas um contrato no início, acabou mais tarde me entusiasmando. Foi muito bom. Pude então descobrir Duchenne e foi algo que acabou indo muito mais além da história das miopatias, porque estou terminando agora um trabalho, e que não tem nada a ver com a medicina, mas sim com a história das expressões, e que tem sua raiz nessa pesquisa. Assim, há aqui um uso do acaso que deve ser transformado em coisas positivas.

Salomon – *Les Épidémies também foi feito através de um contrato?*

Delaporte – Esse livro foi feito a partir do pedido de um editor da casa *Le Cité des Sciences*. Nesse caso, participei duas ou três vezes de conferências em torno desse tema, convidado por Dominique Lecourt. Foi me pedido então um livro sobre as epidemias. Eu tinha já um projeto de livro sobre a história das epidemias, porém, eu tinha um projeto com o qual pretendia fazer uma coisa muito precisa, sobre as diferentes estruturas da medicina dos séculos XVI ao XIX, e com o que aconteceu depois com a medicina científica, a partir de Pasteur. Eu havia desenvolvido muitas pesquisas sobre muitos ramos da medicina, sobre diferentes doenças, mas não queria fazer nesse caso a história dessa ou daquela doença, porém descrever uma certa estrutura, para ver como há uma conceituação da doença, como depois dessa conceituação se pode entender a separação entre o normal e o patológico e os métodos de prevenção que ela supõe, mostrando como uma mudança na estrutura da percepção da doença comporta também uma mudança nas linhas de separação entre o normal e

o patológico, bem como modos de identificação do patológico e ainda tipos de terapêutica.

Salomon – *Como foi a recepção dos seus livros, tanto na França como nos Estados Unidos?*

Delaporte – Na verdade, não tenho uma percepção bem clara dessa recepção. Eu sei que nos Estados Unidos, na medida em que os livros são traduzidos, as pessoas passam a conhecer o seu trabalho, e há, portanto, um interesse. Na França, já não sei bem dessas coisas. Nos Estados Unidos, há um sistema de resenhas, com muitas revistas e uma vida universitária muito mais desenvolvida, haja visto o tamanho das Universidades, o tamanho dos investimentos. Lá as coisas são grandes. Assim, pode-se ler resenhas dos livros nas revistas. Como reação aos trabalhos, pude ver pessoas que se entusiasmaram, que gostaram muito deles e também pessoas que os acharam péssimos trabalhos, na linha de Foucault. Ao menos se sabe alguma coisa. Na França, as coisas são um mistério. Não há muitas resenhas, porque as pessoas não despendem tempo com a leitura dos livros, e não há também muitas revistas. Nesse sentido, existem poucas resenhas. Uma das maneiras para se saber como um livro foi recebido dá-se através das resenhas. Na medida em que na França não há resenhas... Ademais, não se fala dos livros um pouco especializados porque eles exigem um esforço de leitura que em geral as pessoas não costumam fazer. Na França, essa situação é péssima. Fala-se muito das coisas fáceis. Trata-se de uma falsa relação: fala-se muito de um *best sellers*, mas que em geral é um péssimo livro, uma filosofia do passado que regressa com novas roupagens. Tudo isso é uma coisa muito misteriosa.

Salomon – *Você esteve nos Estados Unidos quando Foucault começou a frequentar as Universidades desse país. Como foi a recepção dos trabalhos dele por lá?*

Delaporte – Não conheço bem essa questão. De qualquer forma, creio que há duas coisas: de um lado, há pessoas que entenderam o trabalho de Foucault, pessoas como Rabinow e Dreyfus, que escreveram um bom livro sobre Foucault e que foi também publicado na França; do outro lado, há pessoas que utilizaram Foucault em sua própria luta, ou conforme sua vontade, o que é bom. Estou pensando sobretudo em alguns movimentos de liberação, como o feminismo e coisas nesse sentido, que se utilizaram de Foucault a partir de um aspecto da filosofia da ação, de resistência, sem perceber que em Foucault essa filosofia da ação, como sistema de ação que ele desenvolveu concretamente com o assunto das prisões, por exemplo, está também ligado a uma análise histórica que permite entender o que está acontecendo no presente. Creio que todo esse aspecto não foi bem compreendido. Não acho que Foucault seja o filósofo da liberação ou da contestação; não acho que as coisas caminhem nesse sentido. O assunto é muito mais complicado. Ele toca num problema, que é o problema das evidências: por que a nós parece normal encerrar os loucos, prender os delinquentes? Trata-se de um tipo de pergunta que ele faz, e de um tipo de questão que o leva a fazer uma análise histórica do que somos, buscando assim meios para se mover, na medida do possível, no presente, contra algumas formas de poder.

Salomon – *O lançamento em 1994 dos Dits et Écrits e agora o lançamento dos cursos que Foucault deu no Collège de France parecem lhe indicar que as coisas que ele pensou nos anos 60, nos anos 70, são ainda muito contemporâneas?*

Delaporte – Sim. Depois de sua morte, a publicação dos *Dits et Écrits*, a publicação dos seus cursos são coisas que permitem disponibilizar precisamente mais materiais, etc. Eu creio que tudo isso seja supostamente signo de interesse contemporâneo, no qual resultou o trabalho de edição realizado por Ewald e Defert. Todavia, acho que esse fato desperta também o interesse de pessoas que não se interessavam por Foucault na época em que ele publicou seus livros e que agora começam a se interessar sob a forma de oportunismo intelectual. De um outro ponto de vista, tudo o que foi dito e escrito por Foucault é útil, mas eu não creio que se vá encontrar coisas além do que se encontra nos livros que ele publicou quando vivo. Claro, pode-se encontrar coisas, precisar outras, mas não se trata de algo totalmente novo. Nesse sentido, alguns textos funcionam mais como chaves para se entender o que ele quis dizer em seus livros.

Salomon – *Quais as distinções entre Canguilhem e Foucault como professores?*

Delaporte – A distinção é que um era professor e o outro não. Os dois davam cursos fantásticos, muito bem organizados, muito bem feitos. Mas o que distingue um do outro são os tipos de objetos de estudo e as maneiras de tomar os enfoques teóricos. O que é uma coisa muito normal, pelo fato de que Canguilhem escreveu, como no caso de *O Normal e o Patológico*, por volta de 1943. Foucault já é de uma outra geração, com outro tipo de preocupação. Entre eles há muitas relações e também muitas diferenças. Canguilhem trabalhou mais abordando os problemas como filósofo, e Foucault os enfocou mais do lado da história, o que não quer dizer que ele não fosse um filósofo. Mas imediatamente, poderia se dizer o contrário. *Histoire du Concept de Réflexe* é um trabalho de historiador. Aqui tocamos em mais uma diferença. Canguilhem trabalhou mais sobre a história dos conceitos, das teorias, enquanto que Foucault estava muito mais dirigido, não em direção a uma história epistemológica, a uma história das ciências, no sentido próprio do termo, mas a uma outra coisa. Ele move as regras de inteligibilidade dos discursos. Há uma outra dimensão em seu trabalho. Ademais, poder-se-ia entender os dois também a partir de um estilo de história, que é uma história de estilo epistemológico. Também se poderia traçar suas relações, no que concerne à história, com Bachelard. Há uma posição um pouco inversa de Foucault, que se dá através de um diálogo discreto, que vai direto, mas que leva em conta os trabalhos em epistemologia. Porém, não é uma história epistemológica, mas tem também algo a ver.

Salomon – *Mesmo que Canguilhem e o próprio Foucault tivessem durante um bom tempo feito alguma coisa na ordem da história, os historiadores por muito tempo não consideraram seus trabalhos como trabalhos de história.*

Delaporte – Sim. Eles nunca foram considerados livros de história. Você toca aqui num problema muito complexo. O próprio desenvolvimento da escola dos *Annales* na França e toda essa corrente deixaram de lado, por um bom tempo, algo que tinha

a ver com a história das ciências e com a história dos conceitos. Aqui houve efetivamente, na França, uma fratura. Os historiadores – mas não todos, pois pessoas como Ariès estavam muito próximas de Foucault – não os consideravam. Há dois tipos de enfoques muito diferentes e Foucault queria ter seu lugar como historiador. Houve muitos contra-sensos. Não sei se é possível encontrar traduzido o livro editado por Michelle Perrot, *L'impossible Prison*.¹ Nesse livro, há uma posição muito irônica de Foucault, precisamente em relação às resenhas que faziam dos seus livros os historiadores tradicionais. Foucault zomba um pouco da maneira como os historiadores tomam a periodização das coisas, mostrando como ele queria fazer a história de um problema que seleciona o seu material de trabalho em função do problema que se coloca, de tal maneira que se deixa muitas coisas de lado, que fazem os historiadores perguntar, “por que você não falou disso”? O historiador tem a idéia de fazer uma história geral, de tudo o que concerne a um momento, como se a história fosse realmente tudo o que ocorre, os fatos, etc. A história de Foucault é a história de um problema no qual não são todos os elementos determinantes; há que se escolher o que serve e o que não serve. Há um princípio de uso que implica num princípio de exclusão de alguns materiais. Aqui os historiadores não conseguiram entendê-lo.

A RESPEITO DE LA MALADIE DE CHAGAS²

Salomon – *Como você chegou à doença de Chagas?*

Delaporte – Um livro leva a outro. Eu havia tido uma primeira experiência com *Histoire de la fièvre jaune*, a partir do qual tomei contato com o idioma espanhol e com um tipo de problema específico sobre a América Latina, pois escrevi sobre a febre amarela e o papel salutar que havia sido desenvolvido por um médico cubano chamado Carlos Finlay. Bom, foi um assunto teórico, com o qual se pretendia mostrar como se constrói uma teoria dos vetores nas duas últimas décadas do século XIX. Tive então a oportunidade de vir pela primeira vez ao Brasil, e inteirei-me da existência de Carlos Chagas e de Oswaldo Cruz. Procurando um pouco pelo que havia sido escrito sobre esse assunto, fiquei um pouco insatisfeito e comecei então a ler os trabalhos de Chagas onde identifiquei alguns problemas. Durante alguns anos, vim ao Brasil buscar materiais ligados à medicina e ao Brasil por volta do final do século XIX e início do século XX. Como eu já havia me familiarizado antes com o problema da febre amarela e com problemas ligados a essa doença, pude entrar então, não diria facilmente, mas pude entrar na complexidade dessa doença, incluindo também o seu lado institucional.

¹PERROT, Michelle. *L'impossible prison. Recherches sur le système pénitentiaire au XIXe siècle*. Paris: Seuil, 1980.

²DELAPORTE, François. *La maladie de Chagas. Histoire d'un fléau continental*. Paris: Payot, 1999.

Salomon – *Então você esteve pesquisando no Brasil ainda quando escrevia Histoire de la fièvre jaune?*

Delaporte – Não. Esse livro já havia sido publicado. Vim por casualidade, através de um convite para participar de um colóquio na Fiocruz. Interei-me sobre a história da medicina no Brasil e percebi que os historiadores haviam trabalhado muito mais sobre Oswaldo Cruz do que sobre Carlos Chagas, e isso me despertou a curiosidade em estudar Chagas. Sim, Oswaldo Cruz foi importante no que concerne à história da organização do conhecimento médico e de uma política de saúde pública no Brasil. Chagas vai mais além, no sentido em que, para um historiador da medicina, há o descobrimento de uma nova doença. Isso foi para mim muito mais interessante do que generalidades sobre saúde pública no Brasil e coisas assim. Ademais, o que me interessava era um problema que a mim se colocava: a idéia do descobrimento de uma doença, mas também e ao mesmo tempo, a idéia de que se necessita de um lapso de 30 anos antes desta doença tornar-se realmente um flagelo continental. Aqui havia uma série de problemas teóricos que não condiziam com o que eu estava lendo. Se Chagas descobriu realmente a doença que levou o seu nome, não vejo porque teve que se esperar tanto tempo para se descobrir algo que tem a ver com a *tripanossomíase americana*, mas que também não tem nada a ver. Isso quer dizer que havia a necessidade de se passar a uma análise, que seria a análise do conceito dessa doença.

Salomon – *Eu gostaria de voltar mais tarde a esse tema da história do conceito de doença. Fiquemos nesse momento no início do seu livro. Em Histoire de la fièvre jaune, você inicia descrevendo duas pinturas, uma de Esteban Valderrama e uma Dean Cornwell. La maladie de Chagas inicia com a descrição de duas formas arquitetônicas: o rancho, do interior do Brasil; e o palácio de Manguinhos, da capital da República. Trata-se de uma história da ciência que já de início não se restringe ao discurso científico?*

Delaporte – Sim. Isso deve ser a influência, eu não diria oculta, mas explícita, de Foucault. Algumas vezes, trata-se de uma forma de retórica, de um estilo filosófico de escrita. Para se entrar em um campo de estudos que não é fácil, ligado à construção de conceitos, construção de objetos e de teorias, há que se mostrar, destacar os contrastes. Ou seja, é uma maneira de apresentar, uma forma de introduzir.

No caso das pinturas, dos quadros, de um lado em que se mostra Finlay entregando os mosquitos à Comissão Americana, e do outro em que se mostra a glória da medicina americana, destacando a experimentação sobre um homem com o intuito de demonstrar que o mosquito é o agente de transmissão, tratava-se de mostrar como nesses casos há também um problema de paternidade: a quem se vai atribuir esse descobrimento? A Finlay, que encontrou o mosquito e assinalou o seu papel na doença? Ou à Comissão Americana, que deu a prova de que o mosquito era o agente de transmissão? É uma forma de apresentação que me permite, não construir, mas ir mais além de história maniqueísta, mostrando como os pressupostos dessa história estão mais próximos de uma historiografia nacionalista que busca resgatar os heróis da medicina. Efetivamente, Finlay descobre um mosquito e lhe atribui um papel de

transmissor mecânico, de tal maneira que ele não pode perceber esse inseto como um hóspede intermediário, donde seu fracasso; ou seja, não pode imaginar que o vírus, o agente da febre amarela, necessita de um período de incubação, antes de ser injetado novamente em um indivíduo saudável. Assim, ele teve os elementos para manejar uma contaminação experimental fazendo picar com mosquitos os indivíduos saudáveis, imediatamente após tirar o sangue de um doente. Ao contrário, a Comissão Americana estava em dívida com todos os trabalhos que se fizeram sobre uma outra doença, que é a malária, o paludismo. Neles, os ingleses Ross e Manson mostraram que o vírus se torna infeccioso apenas duas semanas após o mosquito haver sugado o sangue de um doente, ou seja, há um tempo de latência antes do mosquito poder transmitir a doença, donde seu sucesso. Tudo isso não aparece nos quadros. O que eles mostram são coisas evidentes, no sentido em que dizem que Finlay descobriu o mosquito. Claro, ele encontrou o objeto, mas depois o que ele faz desse objeto é um total equívoco, pois lhe dá um papel de transmissor mecânico, e durante 20 anos, ele não pôde nunca comprová-lo. Porém, a Comissão Americana rapidamente, levando em conta o que mostraram Ross e Manson nos anos de 1898, dois anos mais tarde, tem a idéia de manipular os tempos de incubação e fazer uma demonstração. Trata-se de uma história que quer contornar todos os tipos de nacionalismos para regressar ao que seria uma história dos limites que os tornam possíveis ou não em um momento dado, e que não se interessa com os méritos individuais dos cientistas.

No que concerne à arquitetura, no caso de *La maladie de Chagas*, é muito mais uma maneira de introduzir, de mostrar como acontecimentos de ordem cultural podem ter conseqüências ou efeitos que não são previstos. No caso do rancho (casa construída com as paredes de barro e paus, coberta com palha), se trata de um lugar que torna possível a domesticação de um inseto selvagem, e em paralelo o castelo (o palácio de Manguinhos), mostra também um lugar que torna possível a “aclimação” dos pesquisadores alemães. Assim, temos de um lado os pesquisadores alemães e do outro lado os objetos, pois o livro trata do encontro de um pensamento científico – de Chagas e brasileiros, mas que foram formados pela escola de Schaudinn, o que não é indiferente a tudo que vai acontecer – com um inseto.

Salomon – *O processo de fixação da vida nômade e a ruptura com seu habitat correspondente possibilitou a sua aproximação com um certo inseto. Mas foi preciso esperar até o início do século XX para que o pensamento médico pudesse encontrá-lo. Com Chagas, registra-se o acaso desse encontro, pois suas condições de possibilidade já estavam dadas – sendo assim, poderia ter ocorrido com outro médico?*

Delaporte – Bom, isso poderia acontecer em outro lugar, mas se supondo que as condições fossem as mesmas que aparecem no Brasil nesse momento, ou seja: a criação de um instituto científico que se coloca a serviço de empresas, tanto públicas como privadas, e que é chamado toda vez que há problemas em qualquer lugar, problemas ligados ao surgimento de epidemias para os quais essas empresas pedem ajuda desses médicos. Aqui há uma primeira condição de possibilidade: qual é a formação desses médicos? Ora, são médicos que sabem o que é um tripanossoma, precisamente

porque receberam uma certa formação, qual seja, a da protozoologia alemã. Ao mesmo tempo, para encontrar esse parasita que invade as casas é necessário se encontrar no lugar onde o objeto pode aparecer. Nesse caso, trata-se da construção da estrada de ferro no interior de Minas Gerais, por operários que se encontram em lugares não habitados, de tal forma que esse serviço prestado pelo Instituto Oswaldo Cruz é um elemento que torna possível o encontro. Ou seja, o fato de estar em um lugar onde o objeto, ele mesmo, possa aparecer antes mesmo de haver uma primeira descrição desse objeto. Nesse caso, vê-se que um saber em protozoologia e a possibilidade de se estar no lugar onde o objeto possa aparecer, são duas condições de possibilidade. É possível que essa condição possa ser encontrada em um outro lugar, mas eu não conheço através da literatura, um outro lugar onde se encontrou esse conjunto de condições. Há ainda uma terceira condição, que é a possibilidade de se descrever o que se encontra. Essa é uma condição que também está ligada à presença dos protozoologistas alemães. Assim, poder se encontrar no lugar, ver e descrever: essas seriam as três condições para que as coisas iniciem, as condições mais gerais, não totalmente suficientes, mas necessárias.

Salomon – *Em todo caso, há uma preocupação em La maladie de Chagas com as condições de possibilidade epistemológicas do saber médico. Não há tanto interesse com as práticas ou com o trabalho no interior do Brasil do Instituto Oswaldo Cruz.*

Delaporte – O problema não se coloca em termos de dar mais importância à ciência do que à instituição. Não estou tomando como *a priori* a idéia de que se tem que privilegiar os conceitos e deixar as instituições de lado. Há muitas maneiras de se escrever história, mas o tipo de história pela qual me interessa é a história de um problema. Dessa maneira, tenho que integrar elementos diferentes, que poderiam ser institucionais, ou científicos, ou sociológicos, não importa, em função do problema que estou enfrentando, de tal maneira que não estou fazendo uma história internalista por oposição a uma história externalista. Trata-se de uma história que procura tratar um problema e que para tanto se localiza em qualquer espaço, teórico ou concreto, no qual ele pode aparecer. Não há uma idéia *a priori* de se fazer uma história dos conceitos. Eu acredito que existam tipos de objetos: os que necessitam da integração de elementos ligados a instituição de políticas, e outros que não necessitam necessariamente desse tipo de referências. Trata-se de escolher os elementos que permitem resolvê-lo.

Salomon – *Você mostra como a descoberta de flagelados no intestino do inseto, conduziu, por acaso, à descoberta de um parasita patogênico. O erro e o acaso são bastante privilegiados em La maladie de Chagas, pois essa não foi descoberta senão através deles. Nesse caso, o erro seria uma leitura epistemológica da história, e o acaso uma leitura nietzschiana?*

Delaporte – Poderia se dar o qualificativo que se quiser, mas o que me interessa é procurar integrar com a história o acaso quando se necessita. Claro, poderia se dizer de uma maneira rápida: “Chagas a descobriu por acaso”! Bom, primeiramente se sabe que o acaso serve às pessoas que sabem dele se utilizar; depois, não se trata

de desvalorizar o trabalho de Chagas. Trata-se de mostrar como, contrariamente a um mito positivo da medicina experimental, algumas vezes os pesquisadores se equivocam, enganam-se. Trata-se de escrever uma história um pouco como, tomando as palavras de Canguilhem, uma aventura. Ou seja, as coisas não se desenvolvem de uma maneira sistemática; há uma sistematicidade, mas que é uma complexificação; esse desenvolvimento deve levar em conta uma série, quando há, de elementos que em geral não são levados em conta pelos historiadores. Dizer que Chagas descobre alguma coisa por causa do acaso e porque faz uma hipótese totalmente aberrante é algo que parece não ser epistemologicamente correto. O caminho é esse, essa é a razão porque há um capítulo sobre o descobrimento do agente causal da doença, através da casualidade, do erro e de um tipo de hipótese totalmente falsa, mas que nesse caso dá a condição que torna possível o descobrimento de um agente patogênico.

Salomon – *Apesar das condições materiais haverem sido impostas por Chagas, foi Cruz quem observou pela primeira vez o tripanossoma cruzi. Você insiste, seguidamente, no fato de que Cruz observou um tripanossoma patogênico que Chagas não procurava. Mas houve um esforço, através de textos que relatavam a descoberta tanto de Cruz quando de Chagas, de demonstrar que Chagas encontrou algo que procurava. O historiador não deve procurar tomar tais textos reafirmando o que eles dizem, mas, inserindo-os num campo estratégico, nesse caso, no que procurava tornar Chagas um substituto à altura de Cruz. Como não se deixar levar pelas evidências das narrativas das descobertas sobrepondo retrospectivamente suas afirmações ao momento mesmo da descoberta?*

Delaporte – Talvez, em primeiro lugar, não se deva dar crédito a qualquer declaração ou retrospecto histórico, nem mesmo aos retrospectos feitos pelos próprios atores e autores dessa história. Em segundo lugar, procurar perceber como uma narrativa histórica que afirma que foi feita em nome do desinteresse da verdade, pode possuir em geral, outros tipos de motivos e finalidades. Ou seja, há que se distinguir textos que são objetos de uma história epistemológica e textos que marcam um nível reflexivo sobre o que as ciências estão fazendo. Deve-se, portanto, sempre tomar as coisas com muitas precauções. Para responder sua pergunta, não se deve privilegiar os textos históricos dos cientistas, deve-se procurar delimitar bem o que é esse nível reflexivo e buscar saber qual é a sua finalidade. Desde o momento em que se encontra a sua finalidade, pode-se ver como o texto se encontra articulado, encontra-se construído para levar a esse resultado. No caso de Chagas e de Cruz, tratava-se de mostrar precisamente que não havia nenhuma casualidade, que havia a aplicação dos princípios clássicos do positivismo científico, etc. Ademais mostrar, como no caso retrospectivo de Cruz, como se trata de um elemento que se pode tomar em favor de sua empresa de saúde pública e servir ao renome do Instituto Oswaldo Cruz, pois a descoberta de Chagas foi o primeiro elemento que mostra que esse castelo possuía uma alma, ou seja, a primeira doença descoberta no Brasil.

Salomon – *Nesse sentido, pode-se dizer que Carlos Chagas, o “sábio médico brasileiro”, foi uma invenção de Oswaldo Cruz? Ou se trata de dizer que ele foi utilizado por Cruz para realçar o valor científico de Manguinhos?*

Delaporte – Não se trata realmente de uma utilização, é nada mais do que uma das finalidades na qual um descobrimento maior pode ser inscrito. Podia haver muitas finalidades. Você pode ver também, quando em 1923 os médicos estavam contra Chagas por razões de poder, por razões políticas, como eles se utilizaram da mesma história, mas com outra finalidade, como o intuito de desvalorizá-lo. É um outro tipo de finalidade que transforma o discurso científico para fazer caí-lo num esquema que corresponde ao que se quer demonstrar.

Salomon – *Você sempre inicia a discussão de um novo assunto, ou de um novo problema, mostrando o que sobre ele falaram os historiadores da medicina, e logo em seguida você descarta suas hipóteses. Trata-se de uma forma de entrar em um novo assunto ou de uma maneira de se distinguir e de se afastar já de início dos historiadores da medicina?*

Delaporte – Trata-se das duas questões ao mesmo tempo. Se queremos fazer a história de um objeto, supostamente, é uma história que se inscreve num campo que não é um vazio, pois muita gente já escreveu sobre esse assunto. Assim, existem duas possibilidades: ignorá-los, e dessa forma se fica sujeito à crítica de utilizá-los sem dizê-lo; ou mostrar que não se utiliza nenhum dos historiadores, e nesse caso, marca-se uma diferença, porque se trata de uma tomada de partido, trata-se de um estilo de história que se opõe a um outro esquema histórico, o da história nacionalista, o da história sociológica. Dessa forma, mostra-se também os limites desse enfoque histórico. Claro, corre-se o risco de se parecer pretensioso desde o momento em que se pode perfeitamente entender um texto científico bastante difícil, e nesse sentido, pode-se também entender como os historiadores fabricam seus textos: as suas contradições em alguns casos, onde se vê uma inovação, e sublinhar, como no caso do retrospecto histórico de Chagas ou de Cruz, que os historiadores, queiram ou não, estão defendendo, olhando para uma finalidade, ou seja, sua história deve servir à algo. No caso desses historiadores aos quais me refiro, trata-se de um tipo de história nacionalista que valoriza Chagas. Os historiadores a quem mais dirijo críticas nesse livro são pessoas que tomam apoio em uma sociologia das instituições, como Perleth que publicou recentemente um livro sobre Chagas. Ora, esse livro me foi muito útil na medida em que nele pude encontrar uma posição teórica como contraponto, muito mais do que em outros textos, de histórias sem método. Porém, todo esse trabalho se inscreve na história das ciências, ou seja, inscreve-se num campo no qual se deve levar em conta um pouco do que se faz, não tanto para marcar uma diferença mas para se opor às teses que sustentam esse tipo de discurso histórico.

Salomon – *Em La maladie de Chagas, vemos a história da “formação” de dois “conceitos”: o de tiróide parasitária e o de tripanossomíase americana, o que parece, de um lado, aproximar-lhe mais de Canguilhem; porém, vemos sempre a descrição de um quadro no interior do qual podem se formar esses conceitos, o que*

parece, por outro lado, aproximar-lhe mais de Foucault. Você se sente metodologicamente mais próximo de um deles ou trata-se de elementos que se cruzam no seu trabalho?

Delaporte – Eu creio que as coisas se cruzam. Trabalhar sobre os conceitos não é excluir o estudo dos quadros teóricos que tornam possíveis esses ou aqueles conceitos. Mas não se trata nesse trabalho apenas de conceitos, pois estou falando também dos objetos e das teorias. O que me interessa é mais uma análise em termos de quadros de pensamento, dos seus limites, em termos de *epistémê*, as quais são bem delimitadas, do que a história de um conceito. Com efeito, estou fazendo a história do conceito de *tripanossomíase americana*, porém, não estou trabalhando unicamente sobre o que é a produção de um conceito, porque estou precisamente integrando elementos que não pertencem a um campo teórico, que é o campo do qual se necessita para formar um conceito. Nesse sentido, não se pode dizer que se trata de um trabalho próximo de Canguilhem; ele estaria muito mais próximo de um trabalho sobre uma *epistémê*, porém, ao nível de uma história que privilegia uma duração menor. Ora, o conceito de *tiróide parasitária* é a razão pela qual existiu esse lapso de 30 anos, mas ele era o conceito que definia para Chagas a *tripanossomíase americana*! Poder-se-ia objetar que Chagas disse que estava falando da *tripanossomíase americana*! Certo, mas se perguntarmos o que ele entende ou como define a *tripanossomíase americana*, ele vai dizer que se trata de uma *tiróide parasitária*. Ou seja, trata-se de uma doença endocrinológica que tem como agente um parasita, e que tem como agente causal um parasita que se transmite pelo barbeiro. Assim, não é porque Chagas utiliza a palavra *tripanossomíase americana* – a qual ele diz ter descoberto – que ele tem a sua paternidade. Tudo gira ao redor da sua definição, e essa é a razão pela qual o conceito é uma questão tão importante. Se dissermos que a *tripanossomíase americana* é o bócio tal como se encontra no Brasil, então se pode ver um problema, que é justamente o da definição da *tiróide parasitária* e da doença endocrinológica. É o que se vê quase três décadas mais tarde mudar, quando se dá uma definição de *tripanossomíase americana* como uma doença parasitária e quando se desliga a sua relação com a endocrinologia. Ora, esse foi o trabalho de Romanã. A partir de então, no conceito de *tripanossomíase americana* há o elemento clínico chave que não se chama mais *myxoedème*, mas que toma a designação de *edème*, o que é muito diferente, e tudo está perfeitamente ligado, porque esse *edème* é a irritação que aparece no ponto de entrada do parasita. Isso nunca foi entendido por Chagas e sua escola, por razões teóricas que têm a ver com a maneira pela qual eles olhavam o ciclo do parasita, a partir do modelo da malária.

Salomon – La maladie de Chagas é um livro que interessa diretamente ao público brasileiro. Existe já alguma tradução prevista?

Delaporte – Espero que possa haver uma tradução. O que posso dizer é que se trata de um livro que concerne a um momento da história do Brasil, particularmente a um momento da medicina no Brasil, pois é algo que ocorre no Brasil e que concerne à estrutura de sua medicina, mas também da medicina na América Latina, pois o

assunto da doença de Chagas tem um alcance continental – não obstante os pesquisadores haverem trabalhado no Instituto Oswaldo Cruz –, e no último capítulo do livro há um deslocamento, pois se trata do trabalho que houve na Argentina e que coloca um outro tipo de quadro teórico com o qual se encerra essa história.

Salomon – *Você poderia falar um pouco sobre o que você está trabalhando agora?*

Delaporte – Estou trabalhando nesse momento com a filosofia da expressão. É um trabalho que tem a sua raiz em um outro livro que escrevi sobre a história das distrofias, *Histoire des myopathies*. É um trabalho que se desenvolve ao redor do descobrimento de uma função biológica da expressão. Trata-se de um trabalho, por definição, pluridisciplinar, porque trata de relações surgidas com a invenção de um instrumento que, através da eletrização localizada, permite um tipo de pesquisa novo em relação ao escalpelo, ou seja, algo que tem a ver com a técnica para a pesquisa da contratividade muscular, sem fazer no entanto, nenhuma vivissecção. Identificar a contratividade é uma questão que aparece com esse instrumento que é uma forma de escalpelo que permite estudar os movimentos dos músculos, mas é o primeiro que pode, pela primeira vez, estabelecer uma anatomia dos músculos da face. Depois que se pôde estabelecer essa nova anatomia dos músculos, pôde-se também examinar os movimentos, e em seguida, entender os seus efeitos ao nível da fisionomia, ou seja, ao nível das expressões. Nesse sentido, pôde-se pela primeira vez identificar claramente o que é uma mímica, qual é o músculo que a determina, e aqui nos encontramos com a idéia de uma função biológica de expressão. Ora, tudo isso está ligado com o problema da constituição de signos, e tem a ver com a representação das expressões na estética, porque desde o momento em que se pôde estabelecer as leis da expressão, atribuir a cada músculo uma função na expressão, estabelece-se toda uma ortografia, uma gramática das paixões, das expressões. Aqui tocamos com o problema da relação entre conhecimento, estética e arte, como ocorreu no caso da perspectiva.

Trata-se de um trabalho que associa muitas direções, muitas linhas de investigação, ligadas a eletricidade, técnica, anatomia, fisiologia, linguagem e estética. É a história do nascimento da função de expressão. Trata-se de um assunto que não foi muito estudado, e com ele pretendo mostrar como todo o trabalho que se iniciou ao redor desse assunto vai adquirir significação e alcance um século depois. Todos os debates no campo da antropologia para se saber se a linguagem não verbal era algo inato ou cultural, etc., todos esses debates giraram ao redor desse assunto. Isso que se iniciou, por volta de 1850, 1860 com Duchenne,³ é uma base que parece importante. Há algo mais também: o papel aqui desempenhado pelas fotografias. Com elas, pela primeira vez, houve a possibilidade de captar os movimentos que resultavam da excitação

³Delaporte se refere aqui ao médico Duchenne de Boulogne, autor dos livros *De l'électrisation localisée et de son application à la physiologie, à la pathologie et à la thérapeutique* (1855), e *Album de photographies pathologiques* (1862). Duchenne inventou um aparelho que permitiu descrever a anatomia e a fisiologia dos músculos da face e introduziu a fotografia nas pesquisas médicas.

dos músculos, e conseqüentemente examinar as expressões. Tem-se assim a necessidade de integrar a fotografia a esse estudo, pois se tratava do objeto com o qual Duchenne trabalhava. Darwin foi o único nessa época que se deu conta do valor desse trabalho que havia sido publicado 15 anos antes do seu livro sobre as expressões das emoções no homem e nos animais. Esse é o trabalho que nesse momento estou terminando.

BATESON E O PROGRAMA DE PESQUISA MENDELIANO

*Lilian Al-Chueyr Pereira Martins**

RESUMO

Em 1866, Johan Gregor Mendel (1822-1884) publicou um artigo sobre os padrões que governam a formação de híbridos, baseando-se principalmente em estudos de cruzamentos experimentais de ervilhas do gênero *Pisum*. Segundo alguns historiadores da ciência, esse trabalho foi ‘redescoberto’ em 1900, estimulando uma série de pesquisas que procuravam verificar se padrões hereditários descobertos em *Pisum* se aplicavam a outros organismos. O objetivo deste artigo é discutir algumas das contribuições de William Bateson (1861-1926) em relação ao teste e divulgação dos princípios de Mendel, comparando-as aos estudos realizados por Mendel. Conclui-se que Bateson desenvolveu um novo programa de pesquisa mendeliano, pois embora seguisse uma metodologia semelhante à de Mendel e divulgasse seu trabalho, não se dedicou simplesmente a testar, explicar e defender suas ‘leis’. Concentrou-se nas exceções e desvios dos princípios mendelianos, procurando explicá-los através de novas ‘leis’. Introduziu uma nova terminologia (alelo, homozigoto, heterozigoto) e alterou a simbologia mendeliana.

Palavras-chave: J. G. Mendel, W. Bateson, programa de pesquisa, cruzamentos experimentais, história da genética.

BATESON AND THE MENDELIAN RESEARCH PROGRAM

In 1866 Johan Gregor Mendel (1822-1884) published a paper on the patterns governing the formation of hybrids, mainly grounded in his studies dealing with experimental crossings in sweet peas (*Pisum*). According to some historians of science, this work was “rediscovered” in 1900, stimulating several researches which tried to verify if the hereditary patterns found in *Pisum* would also apply to other organisms. The aim of this paper is to discuss William Bateson’s contribution in relation to the test and dissemination of Mendel’s principles, comparing it to Mendel’s own work. It is concluded that Bateson developed a new Mendelian research program. Although he adopted a methodology similar to Mendel’s and disseminated Mendel’s own work, he did not simply dedicate himself to testing, explaining or defending it. He focused his attention on the exceptions and deviations from Mendel’s principles, trying to explain them with new laws. Besides introducing

*Programa de Pós-Graduação em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; Grupo de História e Teoria da Ciência, Universidade Estadual de Campinas, Brasil. E-mail: lacpm@uol.com.br

a new terminology (allelomorph, homozygote, heterozygote), he also modified the symbols used by Mendel.

Key-words: J. G. Mendel, W. Bateson, research program, experimental crossings, history of genetics.

INTRODUÇÃO

Desde a Antigüidade, houve um interesse por parte dos estudiosos em buscar leis que determinassem as relações de semelhança entre descendentes e seus progenitores, tanto em humanos como em animais. Já em relação aos vegetais, isso demorou um pouco mais, acontecendo apenas a partir do momento em que se constatou a sexualidade das plantas, no final do século XVII.

Em meados do século XIX, quando Darwin publicou a *Origem das espécies*, as pesquisas sobre hibridação¹ já estavam bastante ativas. Darwin fez uso de muitos de seus resultados, e sua obra, por sua vez, estimulou numerosos experimentos na época. Joseph Gottlieb Kölreuter, John Hunter, Carl Friedrich von Gärtner, H. E. Jordan, Charles Naudin e M. Wichura foram estudiosos que trabalharam dentro dessa linha.

Em 1865, Johann Gregor Mendel (1822-1884) apresentou um trabalho para a *Naturforschenden Vereins* (Sociedade de História Natural) de Brunn, que foi publicado no ano seguinte.² Esse procurava verificar os padrões que governavam a formação e o desenvolvimento dos híbridos, principalmente a partir de estudos de cruzamentos experimentais com ervilhas do gênero *Pisum*.³ Aparentemente, a comunidade científica não atribuiu grande importância a esse trabalho, embora ele tenha sido citado em diversos livros e artigos sobre hibridação antes de 1900 (Sandler & Sandler, 1986, p. 755). Apesar de outros autores, como John Goss e Alexander Seton,⁴ por exemplo, já haverem trabalhado com os resultados experimentais de cruzamentos com ervilhas, nenhum deles realizou estudos estatísticos, nem chegou a conclusões gerais semelhantes às de Mendel (Zirkle, 1951, p. 50).

Conforme alguns historiadores da ciência, no início do século XX, época em que começou a se desenvolver a Genética moderna, o trabalho de Mendel foi

¹Utilizamos aqui o termo em sentido amplo, incluindo tanto cruzamento de espécies como de variedades pouco diferentes, no sentido empregado por Mendel.

²Utilizamos a tradução apresentada como apêndice ao livro de Bateson (1913, p. 335-79). Essa mesma tradução foi publicada no livro de Peters (1959, p. 1-20), porém sem a parte final em que Mendel discutiu outras plantas além da ervilha.

³A respeito da contribuição de Mendel, ver Hartl and Orel 1992.

⁴Seton e Goss participaram da controvérsia sobre a sexualidade das plantas, em 1820. Para Goss, havia uma ação direta da cor do pólen estranho nas sementes por ele estudadas. Já os experimentos realizados por Seton o levaram a concluir o contrário (Olby, 1966, p. 39-40).

‘redescoberto’ por Hugo de Vries (1848-1933), Carl Erich Correns (1864-1933) e Erich von Tschermak-Seysenegg (1871-1932).⁵ A divulgação das chamadas ‘leis’ de Mendel ocasionou uma avalanche de pesquisas que, nos dez anos seguintes, procurou verificar sua validade no estudo de cruzamentos de animais e vegetais. Nesse sentido, destacaram-se Wilhelm Ludwig Johannsen (1857-1927), Correns, De Vries e William Bateson (1861-1926). Os pesquisadores relacionados à ‘redescoberta’ e divulgação das ‘leis de Mendel’ realizavam experimentos de hibridação, tendo chegado a resultados próximos daqueles obtidos por Mendel.

Ainda no início da década de 1900, vários citologistas como, por exemplo, T. H. Montgomery, W. Sutton e T. Boveri sugeriram que os caracteres hereditários estivessem vinculados aos cromossomos e que os processos celulares poderiam explicar as leis de Mendel. Costuma-se chamar essa proposta de “hipótese cromossômica de Sutton-Boveri” (ver a respeito em Martins, 1999, por exemplo). Entretanto, muitos cientistas da época não aceitavam essa hipótese como T. H. Morgan, Bateson ou Johannsen.

O objetivo deste artigo é discutir algumas das contribuições de Bateson em relação ao teste e divulgação dos princípios de Mendel, comparando-as aos estudos desenvolvidos por Mendel. Gostaríamos de lembrar que, a partir de 1900 até sua morte (1926), Bateson procurou verificar, através do estudo de cruzamentos experimentais, se os princípios que Mendel encontrara em ervilhas eram válidos também para outros organismos, tanto vegetais como animais. Além disso, ele se dedicou ao estudo das exceções e desvios desses princípios e a proposta de novas leis. Entretanto, por restrições de espaço, focalizaremos nossa atenção em suas contribuições iniciais.

O TRABALHO DE MENDEL (1865)

Em seu famoso artigo, Mendel mencionou os estudos realizados por seus antecessores (especialmente Gärtner e Wichura),⁶ mas observou:

Até agora, não se formulou com sucesso nenhuma lei que governe a formação e desenvolvimento de híbridos; isso dificilmente espantará quem está familiarizado

⁵A ‘redescoberta’ do trabalho de Mendel por De Vries, Correns e Tschermak é um aspecto que não será discutido neste artigo (ver Stubbe, 1972, por exemplo). Há, inclusive, diversos estudos que discutem até que ponto houve realmente uma redescoberta das leis de Mendel, como, por exemplo, os seguintes: O. G. Meijer (1985), Floyd Monaghan e Alain Corcos (1986), ou Pablo Lorenzano (1998; 1999).

⁶Conforme Robert Olby, é possível que Mendel tenha tomado conhecimento inicialmente do trabalho desses dois hibridistas, através de seu professor de fisiologia vegetal de Viena, Franz Unger (1800-1870), que os havia mencionado em algumas de suas obras (Olby, 1966, p. 112).

com a extensão da tarefa e pode apreciar as dificuldades com as quais essa classe de experimentos tem que lutar (Mendel, 1913 [1865], p. 335-6⁷).

Embora reconhecendo que só se poderia chegar a tais leis gerais investigando plantas pertencentes às mais diversas ordens, Mendel se restringiu nesse trabalho ao estudo das ervilhas.

Na escolha das plantas a serem estudadas, utilizou como critérios:

- a) Que elas possuíssem características diferenciais constantes, isto é, que correspondessem a linhagens puras, sem variabilidade significativa.
- b) Que houvesse facilidade de controlar a fecundação das plantas, impedindo o acesso de pólen estranho.
- c) Que os híbridos se mantivessem perfeitamente férteis nas gerações seguintes.

Ele indicou que as plantas do gênero *Pisum* preenchiam esses critérios, além de poderem ser cultivadas facilmente e se desenvolverem em um curto período (Mendel, 1913 [1865], p. 337). Durante dois anos, ele testou a constância de características de 34 variedades de ervilhas.⁸ Selecionou, depois, 22 delas para experimentos.

O objetivo básico de Mendel era verificar como podiam ser transmitidas aos descendentes as características que diferiam nos progenitores, em sucessivas gerações. Ele selecionou para estudo características claramente distintas, que não variavam gradativamente, como:

- a) sementes maduras lisas ou enrugadas;⁹
- b) diferença na cor do endosperma das sementes: amarelo pálido, amarelo brilhante e laranja, ou verde;
- c) diferença de cor na casca da semente: branca, cinza, cinza-marrom ou marrom, com ou sem manchas de cor violeta;

e outras (Mendel, 1913 [1865], p. 339-40).

Ao realizar os cruzamentos, Mendel indicou que algumas das características dos híbridos não eram intermediárias entre as dos progenitores:¹⁰ “[...] uma das duas características parentais é tão preponderante que é difícil, ou impossível, detectar a outra no híbrido” (Mendel, 1913 [1865], p. 342). Ele observou que, no caso de 7

⁷As páginas se referem à tradução contida no livro de Bateson *Mendel's principles of heredity* — edição de 1913.

⁸Segundo Mendel, a maioria pertencia à espécie *Pisum sativum*, enquanto outras pertenciam a espécies independentes, como *Pisum quadratum*, *Pisum saccharatum* e *Pisum umbellatum*.

⁹Na tradução para o inglês do artigo original de Mendel publicado no *Verhandlungen des naturforschenden Vereins*, utilizada neste trabalho, aparece “*wrinkled seeds*” que traduzimos por “sementes enrugadas”. Na tradução feita por Eva Sherwood, aparece “*angular seeds*” (Mendel, 1966 [1865], p. 1-55). Existem também outras diferenças.

¹⁰Ele indicou que para certas características importantes, como a forma e tamanho das folhas, quase sempre se observava nos híbridos características intermediárias às encontradas nos progenitores.

pares de características estudadas, “[...] a característica do híbrido se assemelha tanto a uma das formas parentais que a outra ou escapa totalmente à observação, ou não pode ser detectada com certeza” (Mendel, 1913 [1865], p. 342). Ele parecia estar pressupondo, desde o início, que a característica que não estivesse sendo observada *estava presente*, mas oculta:

A partir de agora, neste artigo, os caracteres que são transmitidos sem nenhuma ou pouca alteração na hibridação e que portanto constituem os caracteres do híbrido, são chamados de *dominantes*, e os que se tornam latentes no processo, *recessivos* (Mendel, 1913 [1865], p. 342).

Os termos “latente” e “preponderante” eram utilizados por outros autores, mas Mendel preferiu escolher termos novos, com significados precisos.¹¹ Note-se que, nesses experimentos, ele tratou apenas de caracteres dominantes ou recessivos, embora soubesse da existência de casos em que ocorriam características intermediárias. Além disso, ele próprio indicou alguns em que se podia perceber efeitos diferentes do esperado: cruzando ervilhas com hastes curtas (comprimento igual a 1 pé) com outras de hastes longas (6 pés), ele sempre obteve hastes ainda mais longas (entre 6 e 7,5 pés); e as sementes híbridas usualmente mostravam mais manchas (Mendel, 1913 [1865], p. 343).

Mendel indicava cada característica dominante ou recessiva, das estudadas, nos primeiros híbridos [F_1]. Entretanto, ele *não usava* a notação F_1 , F_2 , etc. para se referir às várias gerações. Essa notação foi introduzida na tradução do trabalho de Mendel, por Bateson.

Nos casos estudados, Mendel observou que, na realização de cruzamentos recíprocos, não fazia diferença fecundar o óvulo tipo A com o pólen tipo B, ou o óvulo tipo B com o pólen tipo A (Mendel, 1913 [1865], p. 343).

Ao estudar a segunda geração (ou seja, a produzida a partir dos primeiros híbridos), ele observou que, em média, para cada quatro plantas, três mostravam a característica dominante e uma a recessiva – a famosa proporção de 3 para 1 surgiu aí.¹² Mendel forneceu os dados detalhados de cada experimento. Indicou que, dos organismos que mostravam a característica dominante nessa geração [F_2], uma parte teria característica unicamente de um dos progenitores iniciais e outra parte, híbrida.¹³

¹¹Em alemão: *dominierend* = dominante; *recessiv* = recessivo. A palavra *recessivo* significa oculto, escondido, algo que desaparece, recua ou foge. Em inglês, há termos cognatos familiares, como *to recede*, *recess*, *recession* e, por isso, a palavra “recessivo” não precisa ser explicada. Ver, a respeito desses conceitos em Campbell, 1983, p. 412.

¹²Antes de Mendel e posteriormente a seu trabalho, outros investigadores haviam descrito resultados de estudos de hibridação que indicavam aproximadamente essa proporção (por exemplo, Vilmorin, em 1879), mas não deram importância aos resultados obtidos (Zirkle, 1951, p. 50).

¹³Note-se que Mendel não está distinguindo o que chamamos de *genótipo* do *fenótipo*.

Pela análise da geração seguinte, determinou que 1/3 dos que mostravam a característica dominante possuíam todos os descendentes iguais; enquanto 2/3 possuíam descendentes variáveis e eram, portanto, híbridos (Mendel, 1913 [1865], p. 348). Essa análise era possível porque, embora Mendel não o dissesse claramente, todas as gerações seguintes eram produzidas por autofecundação das plantas. Ou seja, apenas ao produzir os primeiros híbridos [F_1], Mendel realizou sua polinização artificial. Por isso, nas gerações seguintes, ele podia perceber quais plantas eram ‘puras’ (aquilo que chamamos de homozigoto) e quais não eram.

A proporção de 3 para 1, de acordo com a qual aparece a distribuição dos caracteres dominante e recessivo na primeira geração, se decompõe portanto em todos os experimentos na razão 2 : 1 : 1 se o caráter dominante for diferenciado de acordo com sua significância como um caráter híbrido ou parental. Como os membros da primeira geração [primeira geração a partir dos híbridos, ou seja, F_2] provêm diretamente das sementes do híbridos [F_1], *torna-se agora claro que os híbridos formam sementes possuindo um ou outro de dois caracteres diferenciais, e desses a metade desenvolve novamente a forma híbrida, enquanto que a outra metade produz plantas que permanecem constantes e recebem o caráter dominante ou recessivo em números iguais* (Mendel, 1913 [1865], p. 348-9; o itálico aparece no original¹⁴).

Nas gerações seguintes, Mendel indicou que os híbridos continuavam a produzir descendentes na mesma proporção de 2 : 1 : 1.

Em seguida, ele introduziu uma notação que serviu de base, com modificações, para a que é utilizada até hoje.

Se A for tomado como indicando uma de duas características constantes – por exemplo, a dominante – a a recessiva, e Aa a forma híbrida em que ambos se unem, a expressão

$$A + 2Aa + a$$

mostra os termos na série dos descendentes dos híbridos com dois caracteres diferenciais (Mendel, 1913 [1865], p. 349).

Note-se que Mendel não utilizava AA e aa para representar as linhagens puras. Ernst Mayr sugeriu que Mendel utilizava A e a ao invés de AA e aa , porque acreditava que os elementos homólogos dos gametas masculino e feminino se fundiam totalmente na fertilização, quando fossem iguais (Mayr, 1982, p. 716).

Na seção seguinte, Mendel estudou o caso em que havia várias características diferentes envolvidas, para verificar se o mesmo tipo de ‘lei’ se aplicava a cada par de caracteres, nos híbridos. Fez, para isso, duas séries de experimentos. Uma em que as linhagens iniciais diferiam por forma da semente e cor do endosperma; e outra em

¹⁴Nas citações que se seguem tudo o que está em itálico aparece assim no original.

que, além disso, diferiam também pela cor da casca. No primeiro caso, utilizou plantas com sementes redondas (A – dominante) e endosperma amarelo (B – dominante) cujas flores eram fecundadas com pólen de outras plantas com sementes enrugadas (a – recessivo) e endosperma verde (b – recessivo).

Todos os híbridos (F_1) tinham sementes redondas e amarelas. Na geração seguinte (F_2), Mendel observou que o número de plantas com sementes redondas era três vezes maior do que o número com sementes enrugadas e o número com endosperma amarelo era também três vezes maior do que o com endosperma verde. Estudando a geração posterior (F_3), Mendel foi capaz de verificar quantas das plantas da geração F_2 eram puras ou híbridas, chegando à conclusão de que a distribuição de características em F_2 obedecia à seguinte proporção:

AB, Ab, aB e ab — formas puras: 1

ABb, aBb, AaB, Aab — formas híbridas para um dos caracteres: 2

$AaBb$ — formas híbridas para os dois caracteres: 4

Ele representou o resultado pela fórmula:

$$AB + Ab + aB + ab + 2ABb + 2aBb + 2AaB + 2Aab + 4AaBb$$

Mendel indicou que o resultado era exatamente o que se esperaria combinando¹⁵ as expressões:

$$A + 2Aa + a$$

$$B + 2Bb + b$$

ou seja, apareciam todas as combinações possíveis, nas proporções esperadas (Mendel, 1913 [1865], p. 353). Algo semelhante ocorreu na série de experimentos com três caracteres distintos (Mendel, 1913 [1865], pp. 354-5). Ou seja, ocorria a segregação independente dos elementos celulares que mais tarde Bateson chamou de fatores.¹⁶

Mendel concluiu, através dos cruzamentos efetuados, que era possível obter todas as diferentes combinações dos caracteres dos progenitores.

Embora houvesse mencionado a necessidade de procurar as leis que governavam a formação e desenvolvimento dos híbridos no início desse artigo, em nenhum instante Mendel numerou ou identificou suas ‘leis’. A identificação das ‘leis de Mendel’ foi um trabalho feito posteriormente, no início do século XX.

¹⁵Se multiplicarmos a primeira dessas expressões pela segunda, obteremos a expressão acima, com uma diferença: aparecerão termos A^2 , B^2 , a^2 , b^2 com A , B , a e b — ou, se quisermos, AA , BB , aa e bb — como na notação que utilizamos atualmente.

¹⁶Ver a respeito em Bateson, Saunders, Punnett & Kilby, 1905, p. 120, 126, 132 ou Bateson, Saunders & Punnett, 1906, p. 3, 4, 7, 8, por exemplo.

Mais adiante, Mendel estudou o que deveria ocorrer nas células reprodutivas dos híbridos, para produzir esses resultados. Em todos os casos estudados, os híbridos, por autofecundação, produziam uma parte de seus descendentes também híbridos e uma parte constituída por plantas que exibiam descendência constante. Supôs que em todos esses casos em que a descendência se torna constante isso só poderia ocorrer se o pólen e o óvulo tivessem o mesmo caráter.

Até onde vai nossa experiência, encontramos em todos os casos confirmados que só se pode formar descendência constante quando as células do óvulo e o pólen fertilizados são de caráter igual, de tal modo que ambos são providos do material¹⁷ para criar indivíduos bastante semelhantes, como no caso da fertilização normal de espécies puras. Devemos, portanto, considerar como certo que fatores¹⁸ exatamente iguais devem também estar atuando na produção das formas constantes nas plantas híbridas. Como as várias formas constantes são produzidas em *uma* planta, ou mesmo em *uma* flor de uma planta, parece lógica a conclusão de que nos ovários dos híbridos são formados tantos tipos diferentes de células de óvulos, e nas anteras tantos tipos diferentes de células de pólen, quantas são as formas possíveis de combinação; e que essas células do óvulo e pólen concordam em sua composição interna com as das formas separadas (Mendel, 1913 [1865], p. 356-357).

Mendel indicou que seria suficiente supor que todos os tipos possíveis de óvulo e de pólen fossem formados em números iguais, para explicar os fatos que havia observado. Para testar sua hipótese, realizou em seguida a fertilização artificial de híbridos com pólen de plantas puras e vice-versa, prevendo as proporções que deveriam resultar em cada cruzamento. Por fim, concluiu:

Experimentalmente, portanto, foi confirmada a teoria de que os híbridos de ervilha formam células de óvulos e de pólen que, em sua constituição, representam em números iguais todas as formas constantes que resultam da combinação dos caracteres unidos na fertilização (Mendel, 1913 [1865], p. 361).

No caso de uma única característica diferencial, os pais seriam representados por *A* e *a*. Os híbridos *Aa* poderiam formar dois tipos de pólen e dois tipos de óvulos

¹⁷O termo que Mendel utilizou aqui foi a palavra alemã “Anlage”, que significa aptidão, capacidade, potencialidade. O termo não tem qualquer conotação de uma entidade material. Dada a formação religiosa de Mendel, que certamente incluía um treino em escolástica, é possível que ele estivesse utilizando uma concepção semelhante ao conceito aristotélico de potência. Pode-se também sugerir que o conceito de dominância tenha vindo da distinção aristotélica entre potência e ato.

¹⁸Em duas traduções em inglês do texto (Mendel, 1913 [1865] e Mendel, 1966 [1865], p. 24) aparece neste trecho a palavra *factors* (fatores). A palavra original é *Factoren* e só aparece no texto de Mendel neste parágrafo e em um outro ponto do artigo (Mendel, 1913 [1865], p. 370), em sentido diferente. Bateson passou a utilizar a palavra ‘fator’ [*factor*] de forma freqüente em seus trabalhos a partir de 1905 para se referir àquilo que se encontrava no interior dos gametas e que transmitia os caracteres hereditários. Ver nota de rodapé 16.

(*A* e *a*). As combinações possíveis são representadas simbolicamente, da seguinte maneira:

Híbrido:	AA	Aa	Aa	aa
Pólen:	A	A	a	a
Óvulo:	A	a	A	a

A primeira combinação corresponde à antiga notação *A*, a segunda e a terceira combinações correspondem à antiga notação *Aa* e a última corresponde à notação *a*. Mendel desenvolveu também a análise para duas características distintas, mostrando como sua hipótese explicava as proporções observadas.

Após completar a análise de seus experimentos com ervilha, Mendel discutiu alguns outros casos. Ele próprio fez experimentos de hibridação de *Phaseolus vulgaris* com *Phaseolus nanus*, que diferiam em duas características. Sem dar detalhes, afirmou que as proporções dos híbridos obedeciam às mesmas relações obtidas para ervilha. Por outro lado, os resultados eram mais complexos, pois apareciam nos híbridos algumas características (cor das flores e das sementes) que eram diferentes das originais (paternas e maternas). Nesse caso, Mendel reconheceu que precisaria modificar a explicação utilizada para as ervilhas. Ele propôs, no caso de *Phaseolus*, que cada cor das flores e das sementes poderia resultar da combinação de duas ou mais cores independentes, que individualmente agiriam como qualquer outro caráter constante na planta. Por exemplo, a cor *A* das flores poderia ser uma combinação dos caracteres *A*₁, *A*₂, etc. Pela fertilização com pólen de plantas com flores brancas, com caráter *a*, seriam formadas várias combinações novas e por isso os híbridos poderiam mostrar cores inexistentes nas linhagens originais (Mendel, 1913 [1865], p. 367).

Depois de discutir algumas questões associadas à evolução das espécies, Mendel comparou seus resultados com aqueles obtidos por outros pesquisadores. Indicou que em certos casos os híbridos possuem características específicas que se mantêm *constantes* nos seus descendentes – como alguns casos estudados por Gärtner: *Aquilegia atropurpurea canadensis*, *Lavatera pseudolbia thuringiaca*, *Geum urbano-rivale*, etc. (Mendel, 1913 [1865], p. 373).

A explicação desse caso especial, para Mendel, exigiria uma hipótese oposta à do caso da ervilha. Nas ervilhas, era necessário supor que os híbridos produziam muitos tipos diferentes de óvulos e pólen – correspondendo a todas as combinações possíveis de caracteres dos progenitores. Para explicar híbridos constantes, era necessário supor que eles só produzissem um único tipo de pólen e óvulo, pela fusão permanente dos caracteres provenientes do pai e da mãe (Mendel, 1913 [1865], p. 374).

A discussão desses casos especiais mostra que Mendel já estava consciente de que as regras encontradas para ervilhas não eram universais, de forma que ele comenta:

“ainda precisam ser confirmadas e é muito desejável uma repetição dos experimentos mais importantes” (Mendel, 1913 [1865], p. 375).

Posteriormente, por influência de Carl von Nägeli, Mendel estudou outras espécies. Entretanto, não chegou a resultados semelhantes aos obtidos em ervilhas.

BATESON E A INTRODUÇÃO DE MENDEL NA INGLATERRA

Desde 1897, Bateson já vinha realizando cruzamentos experimentais com plantas, borboletas e galinhas, procurando verificar seus padrões de herança (Bateson, 1928, p. 62; Cock, 1973, p. 3-9). Existem várias versões de como ele teria tomado conhecimento do trabalho de Mendel (ver Olby, 1987, por exemplo). O fato é que, apesar de extremamente cauteloso, ele expôs as idéias mendelianas em uma conferência apresentada em 1900 na *Royal Horticultural Society*, em Londres. No ano seguinte, apareceu a primeira tradução completa do trabalho de Mendel, em inglês (Experiments in plant hybridization), com introdução de Bateson. Essa tradução foi feita por C. T. Druery, sendo subsidiada pela *Royal Horticultural Society* e publicada no *Journal of the Royal Horticultural Society* em 1901. Em 1902, em seu pequeno livro *Mendel's principles of heredity: a defence*,¹⁹ Bateson reproduziu a tradução de Druery com algumas adições e modificações.²⁰ Além disso, defendeu a teoria mendeliana contra críticas que haviam sido apresentadas, particularmente por Raphael Weldon (ver Martins, 1997, capítulo 2, seção 2.1) Na prática, foi ele, portanto, o primeiro a divulgar o trabalho de Mendel, pois De Vries, Correns e Tschermak apenas citaram Mendel e comentaram alguns de seus aspectos, mas não descreveram sua pesquisa de forma completa. O livro de Bateson, onde se encontra a tradução de Druery, foi a fonte utilizada pela maioria dos mendelianos de língua inglesa do início do século – e, certamente, por muitos outros estudiosos. Foi esse o motivo que nos levou a adotá-la neste trabalho, apesar de existirem traduções mais recentes como a de Eva Sherwood (Mendel, 1966 [1865]) e da tradução que aparece nos *Mendel's principles* já ter sido criticada por não ser muito fiel ao original alemão em alguns pontos.

Em 1901, Bateson considerou como principal resultado do trabalho de Mendel “a prova de que, com relação a certos pares de caracteres diferenciais, as células germinativas de um híbrido, ou cruzamento, são *puras*, sendo portadoras e transmissoras ou de um ou do outro caráter, e não de ambos” (Bateson, 1901, p. 3). De Vries já havia enfatizado esse ponto: “Para os mono híbridos, temos portanto a tese de que *seus pólenes e seus óvulos não são mais híbridos*, mas possuem o caráter

¹⁹As citações abaixo utilizam a reprodução da parte principal do livro de Bateson, no segundo volume dos *Scientific papers of William Bateson*, seguindo a paginação dessa reprodução.

²⁰Blumberg, Roger B. Notes [to Mendel's paper]. *Homepage Mendel Web*; disponível em <http://.netscape.org/MendelWeb/MWNNotes.html>, consultada no dia 15/11/2001.

puro de um dos progenitores” (De Vries, 1900, p. 846). Esse resultado contrastava com as concepções de Francis Galton e de August Weismann sobre o acúmulo de caracteres dos ancestrais nos seus descendentes. Enquanto que nas teorias de Galton e de Weismann era possível pensar no material portador dos caracteres hereditários como sendo uma substância contínua (como um líquido) que sofria misturas e diluições, o trabalho de Mendel sugeria algo indivisível, semelhante aos átomos da química:

Chegamos assim à concepção de *caracteres unitários* [*unit-characters*], que podem ser rearranjados na formação das células reprodutivas. Talvez não seja exagerado dizer que os experimentos que levaram a esse avanço do conhecimento são dignos de figurar ao lado dos que estabeleceram os fundamentos das leis Atômicas da Química (Bateson, 1901, p. 3).

A expressão *caracteres unitários* [*unit-characters*], utilizada aqui por Bateson, foi empregada durante vários anos. O conceito de caracteres unitários tinha alguns problemas, como depois ficou claro, pois considerava sob o mesmo nome tanto as características observáveis (aquilo que chamamos atualmente de fenótipo) quanto os fatores invisíveis que determinam essas características (aquilo que chamamos de genótipo). Mas, nessa época, ninguém considerou problemática essa terminologia.

Apesar de toda a importância que atribuiu ao trabalho de Mendel, desde o início, Bateson se mostrou cauteloso em relação a generalizações:

Somente os experimentos futuros poderão mostrar até que ponto as conclusões de Mendel podem ser aplicadas a outras características, e a outras plantas e animais. Embora pouco tenha sido feito ainda, já sabemos de um grupo considerável de casos nos quais a lei vale, mas também temos evidência toleravelmente clara de que muitos fenômenos de cruzamentos apontam para a coexistência de outras leis de ordem de complexidade muito maior (Bateson, 1901, p. 3).

Se havia exceções às leis de Mendel, e se portanto elas não eram leis gerais da hereditariedade, por que motivo dever-se-ia dar importância ao seu trabalho? Bateson discutiu essa questão, e apresentou um argumento metodológico:

No entanto, por mais que se descubra ser possível limitar ou estender o princípio descoberto por Mendel, não pode haver dúvidas de que temos em seu trabalho não apenas um modelo para experimentação futura do mesmo tipo, mas também um fundamento sólido a partir do qual o problema da Hereditariedade poderá ser atacado no futuro (Bateson, 1901, p. 3-4).

Ou seja, por um lado, o método de experimentação e análise utilizado por Mendel (que era semelhante ao já defendido, antes, por Bateson) já tinha mostrado seu poder, e poderia ser aplicado a outros casos — mesmo se levasse a resultados

novos e diferentes. Por outro lado, Bateson considerava que o trabalho de Mendel tinha proporcionado um *fundamento sólido*, mesmo se fossem descobertas exceções e leis mais gerais. Isso pode parecer contraditório. Vamos tentar interpretar a posição de Bateson.

Quando se verifica, através de um certo número de observações e experimentos, que ocorre uma regularidade em um certo fenômeno, a generalização obtida só é, a rigor, válida para os casos estudados. Qualquer extrapolação a novos casos é perigosa, desprovida de fundamentação lógica. Pode-se, entretanto, *tentar* aplicar a generalização obtida a outros casos, e verificar o que ocorre. Quanto maior o número de casos em que ela for válida, melhor: trata-se de uma lei com grande poder. No entanto, quando se descobre que ela não é válida em alguns casos, isso não indica que ela seja desprovida de valor: torna-se necessário deixar claro que ela é válida em tais e tais casos e não é válida em outros; torna-se desejável continuar a investigar os fenômenos e descobrir outras leis válidas nos outros casos. Como Bateson explicou em outro trabalho,

Essas grandes classes de exceções – sem ir mais além – indicam que, como poderíamos esperar em qualquer caso, o princípio não é de aplicação universal, e necessitará de várias modificações se tiver que ser estendido a casos mais complexos de herança de caracteres das variedades. Não se pode imaginar nenhum trabalho mais útil do que uma determinação sistemática da “lei da hereditariedade” precisa em um número de casos particulares (Bateson, 1902, p. 8).

Deve-se também procurar obter uma lei mais geral, da qual as outras sejam casos particulares. Mesmo depois disso, no entanto, a primeira lei não deve ser ‘jogada fora’ ou considerada errônea: ela é parte da lei mais geral, e portanto foi conservada no desenvolvimento posterior. Deve-se tomar o cuidado para não interpretá-la erroneamente como descrevendo *todos os fatos*, mas é válido afirmar que ela contém *parte dos fatos*, seja o que for que aconteça depois. Nesse sentido, era possível afirmar, como Bateson o fez, que os resultados obtidos por Mendel constituíam um fundamento seguro, que seria conservado em desenvolvimentos futuros.

Analisando o desenrolar da pesquisa mendeliana no início do século XX, mas sem se referir especificamente a Bateson, Lindley Darden chega à descrição de uma estratégia metodológica essencialmente semelhante (porém mais detalhada) do que a exposta acima (Darden, 1991, p. 73-9).

ATEORIA MENDELIANA E OS FATORES INVISÍVEIS

É importante investigar se, na época, Bateson estava apenas interessado nos fenômenos observáveis ou se discutia a própria explicação microscópica (inobservável) dos fenômenos descobertos por Mendel. O estudo dos primeiros trabalhos mendelianos de Bateson mostra claramente que ele estava preocupado com esses dois aspectos:

Até que ponto chegamos a um conhecimento exato da hereditariedade, e como podemos ir mais adiante?

Esse é um assunto importante no qual devemos distinguir o que *podemos* fazer daquilo que *queremos* fazer. *Queremos* saber toda a verdade sobre o assunto; queremos saber a base física, a natureza interna e essencial, “as causas”, como algumas vezes são chamadas, da hereditariedade; mas também queremos saber as leis às quais os fenômenos externos e visíveis obedecem (Bateson, 1902, p. 5).

Pode-se também mostrar que Bateson acreditava estar solucionando, *em um certo nível*, a questão da explicação microscópica das leis de Mendel. De fato, a teoria mendeliana²¹ não se limitava a fazer previsões sobre as características observáveis, nos experimentos de cruzamentos. Ela proporcionava uma *interpretação* desses resultados, a partir da constituição dos gametas. Bateson enfatizou esse aspecto da teoria mendeliana, ao descrever a teoria de Galton e indicar uma de suas limitações: “*não tenta proporcionar diretamente nenhuma informação sobre a distribuição da herança entre os gametas de nenhum indivíduo*” (Bateson, 1902, p. 18).

Ficou claro que, para Bateson, esse era um ponto importante. E a teoria mendeliana fornecia exatamente isso. Por exemplo, consideremos duas linhagens puras (que se reproduzem sempre da mesma forma, por endocruzamento) de variedades distintas de uma mesma espécie. Suponhamos que essas duas variedades difiram por uma certa característica, que representaremos por A em uma delas, e por B na outra (por enquanto, não pode entrar em questão a idéia de dominância). Quando essas duas variedades forem cruzadas, se o cruzamento for fértil, a primeira geração será uniforme ou homogênea em relação a essas características, ou seja, não se encontrará uma mistura de descendentes com diferenças no que se refere aos caracteres A e B. Até aqui, tudo o que foi dito se refere ao que pode ser *observado e testado diretamente em experimentos*. Mas a teoria mendeliana proporciona mais do que isso. Ela oferece uma *explicação* para esses fatos.

A teoria mendeliana, adotada por Bateson, supõe que todos os gametas produzidos pela primeira variedade são iguais entre si, e transportam um elemento celular ou uma potencialidade (aquilo que Bateson chamou primeiramente de ‘caráter unitário’ ou simplesmente ‘caráter’ e depois de ‘fator’) para a produção da característica A. Da mesma forma, todos os gametas produzidos pela segunda variedade são iguais e transportam o elemento correspondente a B. Assim sendo, no cruzamento de A com B, qualquer gameta do tipo A cruzado com qualquer gameta do tipo B proporcionará um zigoto contendo tanto o caráter unitário correspondente a A quanto o caráter unitário correspondente a B. Assim sendo, todos os descendentes terão idêntica constituição hereditária e deverão ter idêntica aparência (a menos que haja

²¹A partir da presente seção, ao nos referirmos à ‘teoria mendeliana’ estamos tratando dessa teoria conforme exposta por Bateson e que pode não corresponder em todos os detalhes ao trabalho original de Mendel.

influências ambientais). Esses caracteres unitários que caracterizam os gametas e, depois, a prole, são *invisíveis*, são *hipotéticos*. A teoria mendeliana não é puramente fenomenológica, não se reduz a um estudo empírico, daquilo que é observável. Ela proporciona explicações para as regularidades observadas, utilizando caracteres unitários invisíveis que passam dos progenitores para os gametas, que se unem na fecundação e que determinam as características da prole. Esse modelo hipotético permite ir além das observações, pois permite fazer previsões a partir das hipóteses relativas aos gametas:

Se o caso obedece os princípios mendelianos – como o aqui referido – então pode-se declarar *primeiro* que os gametas de Aa não serão portadores da característica própria de Aa ; mas, falando em termos gerais, cada gameta será portador ou do caráter puro A , ou do caráter puro a . Haverá de fato uma redistribuição dos caracteres que foram trazidos pelos gametas que se unem para formar o zigoto Aa , de tal forma que cada gameta de Aa é puro, como o eram os gametas parentais. *Segundo*, essa redistribuição ocorrerá de tal modo que, dos gametas produzidos por tal Aa , haverá em média iguais números de gametas A e de gametas a (Bateson, 1902, p. 19).

A partir dessas *hipóteses sobre os caracteres invisíveis transportados pelos gametas* é possível prever o que vai ocorrer na geração seguinte, ao se cruzar os híbridos da primeira geração entre si. Da mesma forma, pode-se prever o que vai ocorrer ao se cruzar os híbridos com as linhagens puras dos progenitores.

Estamos atualmente tão acostumados a trabalhar com a teoria mendeliana, que se torna difícil perceber os elementos novos que nela estavam sendo introduzidos. Um desses aspectos é o que acabamos de expor: a introdução de um modelo que utiliza elementos invisíveis para fazer previsões sobre propriedades visíveis. Outros aspectos importantes são os seguintes:

- a) Numa linhagem pura, os caracteres ou elementos relacionados às características hereditárias não são alterados nas sucessivas gerações (ou seja, a teoria pressupõe que não há herança de caracteres adquiridos, nem alteração desses elementos celulares por seleção, por influências ambientais, etc.).
- b) A presença de dois caracteres ‘conflitantes’, juntos, em um híbrido, não produz nenhuma alteração permanente nesses fatores, nem produzem um ‘caráter híbrido’. Os elementos celulares se separam, depois, na formação dos gametas, sem terem sofrido nenhuma modificação (ou seja: a hibridação não *cria* nada de novo).
- c) Não há diferença entre os caracteres de proveniência materna e aqueles de proveniência paterna (e por isso os cruzamentos recíprocos devem dar resultados idênticos).

- d) Os caracteres unitários não podem ser subdivididos ou quebrados em partes, eles só podem estar presentes ou ausentes — sendo semelhantes aos átomos da química (por isso, não podem existir ‘leves’ influências ancestrais, sucessivamente diluídas a cada geração, de modo contínuo).

A própria terminologia básica da genética, desenvolvida por Bateson, pressupõe a existência desses elementos celulares invisíveis. Em um trabalho feito em parceria com Edith Saunders, publicado em 1902 sob a forma de um relatório para o Comitê de Evolução da *Royal Society*, diferindo dos anteriores por ser eminentemente técnico, há uma discussão detalhada de novos resultados de experimentos que haviam sido iniciados em 1897. São propostos vários termos destinados a esclarecer a teoria de Mendel, tais como *alelomorfo*, *homozigoto* e *heterozigoto*:

Ao cruzar duas formas que exibem caracteres antagônicos, são produzidos híbridos [*cross-breds*]. As células germinativas desses híbridos são de dois tipos, cada uma sendo pura a respeito de *um* dos caracteres parentais. Essa pureza das células germinativas, e sua impossibilidade em transmitir ambos os caracteres antagônicos, é o fato central provado pelo trabalho de Mendel. Nós então chegamos à concepção de caracteres unitários existentes em pares antagônicos. Tais caracteres nós propomos chamar *alelomorfos*,²² e ao zigoto formado pela união de um par de gametas alelomorfos opostos nós chamamos de *heterozigoto*. Similarmente, o zigoto formado pela união de gametas que possuam alelomorfos similares pode ser conhecido como *homozigoto* [...] (Bateson & Saunders, 1902, p. 126).

Levando em conta o modelo dos caracteres unitários, Bateson introduziu também uma alteração na simbologia mendeliana. Mendel representava as linhagens puras por letras simples, como *A* ou *a*. Esses símbolos se referiam apenas às características observáveis, externas, dos organismos. Bateson, pelo contrário, introduziu uma nova notação, destinada a representar a constituição invisível dos organismos:

Conseqüentemente, se os *Aa* se cruzam entre si, os novos gametas *A* podem se encontrar na fertilização, formando um zigoto *AA*, ou seja, a variedade pura *A* de novo. Mas se um gameta *A* encontra um *a*, ele formará novamente *Aa*, com seu caráter especial. Esse *Aa* é a forma híbrida, ou “mula”, ou, como eu a chamei em outro lugar, o *heterozigoto*, distinto de *AA* ou *aa*, os *homozigotos* (Bateson, 1902, p. 19).

Aqui, em Bateson – e não em Mendel – surgiu a idéia de que as formas puras contêm uma ‘dose dupla’ de alelomorfos iguais. Não havia no trabalho de Mendel

²²Em nota de rodapé à página 31, Bateson mencionou que Correns se referia a esses alelomorfos opostos como um *Paarling* (Bateson, 1902, p. 31).

referência à idéia de que existe um único alelomorfo nos gametas, e de um par no óvulo fecundado (Bowler, 1989, p. 103-4).

De certa forma, a teoria mendeliana era vista por Bateson como o equivalente biológico da teoria atômica da química. Os caracteres unitários, desempenhavam o papel de átomos. Como já foi citado, ao descrever o trabalho de Mendel, Bateson comentou: “Não é um exagero dizer que os experimentos que levaram a esse avanço no conhecimento são dignos de figurar ao lado daqueles que estabeleceram as leis Atômicas da Química” (Bateson, 1901, p. 3; ver também Bateson, 1902, p. 28).

Quanto ao aspecto citológico das leis de Mendel, Bateson falava muito pouco, inicialmente:

Por último, é impossível ser apresentado ao fato de que nos casos mendelianos os cruzamentos produzem em média números *iguais* de gametas de cada tipo, ou seja, um resultado simétrico, sem suspeitar que esse fato deva corresponder a alguma forma simétrica de distribuição desses gametas nas divisões celulares que os produzem (Bateson, 1902, p. 24).

Era evidente que a concepção dos caracteres-unitários devia possibilitar uma correlação com fenômenos citológicos. Mas Bateson não entrou em mais detalhes, sendo em geral bastante vago. Aparentemente, ele e Saunders aceitavam a concepção mais comum do final do século XIX, de que o núcleo celular dos gametas era o transmissor dos caracteres hereditários, pois comentaram:

[...] Será da maior importância descobrir em qual das divisões que leva à produção dos gametas os caracteres alelomórficos são separados. Correns indicou que a evidência do milho prova que nesse caso os dois núcleos do tubo de pólen devem transmitir o mesmo caráter, pois, no fruto do primeiro cruzamento entre as variedades de amido e açúcar, as sementes que possuem endosperma de açúcar produzem descendência recessiva (de açúcar) pura. Esse fato prova, portanto, que o núcleo que fertiliza o embrião e aquele que fertiliza o endosperma são transmissores do mesmo caráter. Portanto, a separação dos caracteres não ocorre nesse caso quando os dois núcleos geradores se separam (Bateson & Saunders, 1902, p. 150).

Mas toda discussão sobre esse assunto parecia aos autores prematura, pois não havia nada que permitisse examinar os grãos de pólen produzidos por um híbrido e identificar, pela aparência do pólen, qual a característica que ele iria transmitir. Esse estado de coisas era considerado por eles não como uma questão de princípio, mas como uma *situação temporária*:

Logo que tenham sido encontrados meios de tornar visível a diferenciação que sabemos dever existir entre as células germinativas de um heterozigoto, abrir-se-á um amplo campo de pesquisa. Até então, devem permanecer desconhecidas as aparências microscópicas que acompanham a segregação dos caracteres, e somos

obrigados a recorrer ao método cansativo de dedução a partir do estudo estatístico dos zigotos formados pela união dos vários tipos de gametas (Bateson & Saunders, 1902, p. 149).

A DOMINÂNCIA COMO ASPECTO SECUNDÁRIO DA TEORIA MENDELIANA

Nas exposições didáticas da teoria mendeliana feitas atualmente costuma-se enfatizar os conceitos de dominância e recessividade. Esses conceitos eram importantes no trabalho de Mendel relativo às ervilhas, mas logo passaram a ser considerados como secundários, por Bateson e outros autores.

De Vries havia suposto que sempre havia dominância e recessividade completas, ou seja, no híbrido nunca aparecia um efeito intermediário entre as características dos progenitores. Correns, pelo contrário, já havia mostrado em 1900 que nem sempre a dominância era completa, pois em vários casos havia o surgimento de características intermediárias (Stubbe, 1972, p. 283).

Vários autores logo chamaram a atenção para a existência de casos aos quais não se aplicava o conceito de dominância: às vezes os híbridos possuem características intermediárias entre as dos progenitores, ou diferentes das de ambos (por exemplo: tamanho intermediário, ou cor intermediária). Um caso que se tornou conhecido desde o início foi o das galinhas andaluzas: os animais de cor cinza-azulada eram resultantes do cruzamento de animais brancos com outros negros (Bateson & Saunders, 1902, p. 36; Bateson, 1902, p. 50-53).

Como tais casos eram muito comuns, Bateson adotou uma posição extrema: assumiu que o conceito de dominância era secundário na obra de Mendel.

A dominância de certos caracteres é geralmente uma característica importante, mas nunca essencial, da hereditariedade mendeliana.²³ Os que trataram primeiramente do trabalho de Mendel infelizmente caíram no erro de enunciar uma “Lei da dominância” como uma proposição comparável à descoberta da segregação. O próprio Mendel não enuncia tal lei. A dominância existe freqüentemente, é claro. [...] (Bateson, 1913, p. 13).

Bateson supôs que, mesmo em casos em que não se observava dominância e recessividade, um esquema semelhante ao mendeliano poderia também operar. Se duas variedades se distinguem por dois caracteres A e B, não se pode prever como será o híbrido AB antes de fazer o experimento.²⁴ Mas se os gametas produzidos por

²³Bateson reafirmou isso em vários outros trabalhos. Ver, por exemplo, Bateson & Saunders, 1902, p. 11.

²⁴Bateson considerava três casos: ou os híbridos são iguais a uma das formas parentais (caso de dominância), ou são intermediários entre essas formas, ou são bem diferentes de ambas as formas.

AB forem ou A ou B, em iguais números, o cruzamento dos AB entre si produzirá os zigotos

$$1 AA : 2 AB : 1 BB$$

nas proporções mendelianas (Bateson, 1902, p. 20). Portanto, as hipóteses de Mendel poderiam ser aplicáveis de um modo mais amplo, não se limitando aos casos de dominância/recessividade. Bateson enfatizou, por isso, os seguintes aspectos:

- a) a pureza dos gametas produzidos por híbridos;
- b) a distinção entre zigotos produzidos pela união de gametas semelhantes ou diferentes: no primeiro caso, os descendentes serão todos iguais (exceto por fenômenos de variação) e no segundo serão heterogêneos;
- c) se o zigoto é formado pela união de gametas diferentes, podem ocorrer os fenômenos de (a) caráter dominante e recessivo, (b) uma forma mista,²⁵ (c) uma forma distinta de ambos os pais (Bateson, 1902, p. 21).

Era difícil acreditar que, a partir de híbridos, fosse possível obter novamente as linhagens puras originais, como a teoria de Mendel afirmava, pois isso entrava em choque com conceitos populares como o de ‘mistura de sangue’. Em um outro trabalho, Bateson e Saunders enfatizaram esse ponto: “Correns afirmou que testou a pureza dos dominantes puros e dos recessivos puros até a terceira geração, e ele gentilmente me informou que uma quarta geração também é pura” (Bateson & Saunders, 1902, p. 10).

Bateson chamou atenção para o caso em que havia vários caracteres diferentes e lembrou que, no estudo de Mendel com ervilhas, parecia possível qualquer associação entre os mesmos – ou seja, eram independentes uns dos outros, sob o ponto de vista da hereditariedade.

Cada um desses caracteres, que é capaz de se dissociar ou de ser substituído por seu contrário, deve portanto ser concebido como um *caráter-unitário* [*unit-character*²⁶]; e como sabemos serem os vários caracteres-unitários de natureza tal que qualquer um deles é capaz de deslocar ou ser deslocado independentemente por um ou mais caracteres alternativos tomados isoladamente, podemos reconhecer

²⁵Correns estudou casos em que os híbridos apresentavam características intermediárias (semidominância). Ver Mayr, 1982, p. 735.

²⁶A idéia básica é que a totalidade do organismo pode ser decomposta em unidades básicas mínimas, indivisíveis e independentes umas das outras, aproximadamente como qualquer composto químico pode ser formado a partir de átomos indivisíveis.

esse fato chamando tais caracteres-unitários de *alelomorfos*.²⁷ Até aqui, sabemos muito pouco sobre alelomorfos a não ser como *pares* de contrários, mas isso é provavelmente devido às limitações experimentais e ao estado rudimentar de nosso conhecimento (Bateson, 1902, p. 22).

A existência de caracteres-unitários independentes e alternativos era, para Bateson, um aspecto essencial da contribuição de Mendel. A segregação independente dos caracteres havia também sido enfatizada por De Vries. Correns, pelo contrário, indicara em 1900 alguns casos em que parecia não haver independência completa, em estudos sobre gado que mostravam a transmissão simultânea de duas ou mais características (Stubbe, 1972, p. 283). De certa forma, o fenômeno de ligação (*coupling*, posteriormente chamado *linkage*) que Bateson descobriu em 1906 já havia sido verificado por Correns em 1900.

A partir dos fatos conhecidos, Bateson indicou também que cada zigoto só podia originar (no máximo) dois caracteres alelomorfos diferentes em seus gametas. Especulou que, além dos caracteres-unitários, poderia existir uma “base indecomponível”, que ele não esclareceu (Bateson, 1902, p. 22).

Bateson utilizava muitas vezes analogias químicas em suas descrições. Ele comparava os caracteres unitários aos átomos; as combinações dos caracteres unitários, nos híbridos, teriam o papel de moléculas. Por exemplo, ao descrever que nem sempre ocorria dominância, e que a característica visível de um híbrido poderia ser igual a uma característica de um dos progenitores, mas poderia também ser intermediária ou mesmo diferente das características dos dois progenitores, utilizou uma analogia:

Quando eles se unem pela fertilização, formam o zigoto Aa . Quais serão suas características? O ensino mendeliano responderá que isso só pode ser conhecido pelo experimento direto com as duas formas A e a , e que os caracteres A e a percebidos nessas duas formas ou variedades não precisam dar qualquer indicação sobre o caráter do zigoto Aa . Ele pode exibir a característica A , ou a , ou uma característica intermediária entre os dois, ou uma característica que vai além de A ou abaixo de a . A característica de Aa não é considerada como uma *herança* transmitida a ele por A e por a , mas uma característica especial e peculiar a Aa , assim como NaCl não é um corpo intermediário entre o sódio e o cloro, ou tal que suas propriedades possam ser facilmente preditas ou descritas em termos das deles (Bateson, 1902, p. 19).

Grande parte do trabalho imediatamente posterior à “redescoberta” das leis de Mendel esteve associado à tentativa de testar essas leis em vários casos (é preciso lembrar que Mendel só fez testes cuidadosos com ervilhas), estudar casos especiais

²⁷Aqui Bateson introduz outro termo que não é de Mendel, mas cunhado pelo próprio Bateson, e que ainda utilizamos (alelos).

(anomalias) e *explicar* as leis de Mendel (especialmente através da hipótese cromossômica).

FENÔMENOS CONFLITANTES COM AS LEIS DE MENDEL

Vários pesquisadores na França, Alemanha, Inglaterra e outros locais se dedicaram a testar os princípios de Mendel em plantas e também em animais, observando que, na maioria dos casos, esses princípios eram válidos. No entanto, é importante indicar que surgiram casos que aparentemente não podiam ser conciliados com os princípios mendelianos.

A expectativa que Bateson tinha em relação aos experimentos que vinha realizando com seus colaboradores desde 1897 era inicialmente bastante modesta:

A partir daquilo que havia sido estabelecido em relação aos fenômenos da hereditariedade, seria difícil evitar a inferência de que não há leis universais, mas que estudando vários casos específicos, poderiam ser detectadas leis específicas distintas (Bateson & Saunders, 1902, p. 3).

Bateson havia planejado experimentos que permitissem estudar tanto características contínuas quanto descontínuas, investigando várias gerações, e procurando determinar leis específicas pelo estudo detalhado e exaustivo dos casos investigados. No trabalho publicado, os resultados obtidos foram apresentados e discutidos à luz do trabalho de Mendel, para investigar sua validade e limites: “No momento presente a questão de saber até onde a Lei de Mendel, com seus numerosos corolários, é válida, em que casos e com que extensão ela tem aplicabilidade geral, supera todas as outras em importância” (Bateson & Saunders, 1902, p. 5).

Como já vimos, a primeira anomalia que logo chamou a atenção foi a existência de casos aos quais não se aplicava o conceito de dominância, mas Bateson não atribuiu grande importância para isso.

Bateson e Saunders fizeram experimentos com *Lychnis*, *Atropa* e *Datura*, e em todos eles as leis de Mendel foram confirmadas, apenas com um ou outro caso irregular ao qual os autores não atribuíram importância (Bateson & Saunders, 1902, p. 15). De Vries já havia também estudado *Datura* e *Lychnis*. Correns havia estudado *Matthiola* e confirmado a validade das leis de Mendel para essa planta, mas Bateson e Saunders encontraram várias anomalias (Bateson & Saunders, 1902, p. 32). Por exemplo, ao cruzar um tipo de *Matthiola* com flores peludas brancas com vários tipos com flores lisas de diversas cores, foram obtidas na primeira geração de híbridos flores púrpura e, às vezes, misturas (por exemplo, cor-de-rosa no cruzamento de branco com vermelho). O surgimento de uma cor diferente, independente das cores das flores dos progenitores, parecia indicar um tipo de “atavismo”, ou retorno a caracteres ancestrais (Bateson & Saunders, 1902, p. 81).

Ao contrário do que ocorria com ervilhas nos estudos de Mendel, Bateson e Saunders encontraram certos caracteres correlacionados, que não podiam ser recombinados à vontade. Em alguns casos de *Matthiola*, as flores peludas tinham sementes verdes, e as flores lisas tinham sementes marrons. As flores de cor púrpura sempre tinham sementes verdes (Bateson & Saunders, 1902, p. 81).

Outro caso anômalo ocorria com certo tipo de ervilhas em que o cruzamento de dois tipos puros produziu um híbrido diferente de ambos e, em F_2 , cinco colorações diferentes:

Ervilha de cheiro (Lathyrus odoratus). [Ervilhas do tipo] Stanley, padrão, marrom escuro ou chocolate, com asas semelhantes porém algumas vezes tingidas de violeta, cruzadas com [ervilhas do tipo] Gigante Branca, produziram [em F_1] somente Gigante Púrpura Invencível, ou seja, padrão como em Stanley, mas com asas azuis. Esse primeiro cruzamento, por autofertilização, produziu Gigante Branca, Gigante Púrpura (sem asas azuis), Marte (uma variedade vermelha bem conhecida), Sua Majestade (um tipo completamente magenta, bem conhecido), e uma forma como Sua Majestade, *porém com manchas brancas* (Bateson & Saunders, 1902, p. 142).

Bateson estudou esse caso e acabou por concluir que a coloração não podia depender de um único caráter (alelomorfo) e sim de vários elementos. Propôs o nome de “hypallelomorfos” para os constituintes dos alelomorfos compostos (um nome que não teve grande sucesso). De qualquer forma, esses casos pareciam-lhe apenas *mais complexos* e não *contrários* às leis de Mendel.

Na conclusão do *Report* de 1902, aparecem resultados ainda confusos, além de três casos mais definidamente *não mendelianos*:

No caso de *Matthiola* e em galinhas, foram aparentemente encontrados exemplos de violações definidas à lei de Mendel. É certo que essas exceções de qualquer forma indicam a existência de outros princípios que não podemos ainda formular. Mas além desses casos, há três classes distintas de fenômenos encontrados em cruzamentos aos quais os princípios mendelianos não podem ser aplicados facilmente (Bateson & Saunders, 1902, p. 152).

Esses três tipos especiais de fenômenos eram:

- I - a herança ordinária por mistura ou combinação (*blended inheritance*);
- II - casos em que a forma resultante do primeiro cruzamento se reproduz fielmente;
- III - os ‘falsos híbridos’ de Millardet.

I - Herança por mistura ou combinação

No primeiro caso, os autores indicaram que talvez características como a altura das pessoas pudesse estar relacionada a mais do que um par de alelomorfos (por exemplo, quatro ou cinco) e que as diversas combinações possíveis poderiam

produzir um efeito de aparente continuidade. No entanto, esse caso não havia ainda sido estudado através da técnica mendeliana e eles admitiram que poderia também haver uma variação contínua dos próprios gametas (Bateson & Saunders, 1902, p. 152-3).

II - *Primeiros cruzamentos que se reproduzem fielmente*

Esse seria o caso em que uma forma A e outra B, quando cruzadas, produzem uma nova forma C, que produz descendentes de tipo C. Bateson e Saunders colocaram em dúvida diversos casos em que se supunha ocorrerem híbridos que somente produzem (nas gerações seguintes) descendentes do mesmo tipo. No entanto, admitiram que o fato existe (o próprio Mendel havia observado casos assim, com *Hieracium*). O fato parecia indicar que o híbrido produzia gametas híbridos, ou seja, que carregavam os dois fatores. Os autores não conseguiam ter nenhuma idéia de como isso poderia ocorrer e aceitaram que esses casos ultrapassavam os limites dos princípios de Mendel (Bateson & Saunders, 1902, pp. 153-4).²⁸

III - '*Falsos híbridos*' de Millardet

Em 1894, A. Millardet descreveu casos de cruzamentos de certas variedades – especialmente de morangos – em que a primeira geração e seus descendentes davam plantas exatamente iguais ao tipo materno, sem nenhuma indicação de características paternas. Em outros casos, a primeira geração podia não ser homogênea e sim constituída por dois tipos, tendo, em parte, só características maternas puras e, a outra parte, só características paternas puras, que eram transmitidas aos descendentes. Millardet os chamou de '*falsos híbridos*' [*faux hybrides*] ou '*híbridos sem cruzamento*'.

Bateson aceitou a existência desse fenômeno e indicou que ele próprio havia observado algo análogo em experimentos com *Matthiola*, assim como De Vries notara a mesma coisa com *Oenothera lamarckiana*.

Para explicar os falsos híbridos, Bateson e Saunders supuseram que nesse caso os descendentes receberiam apenas características de um dos progenitores e que, portanto, não seriam formados pela união efetiva de gametas dos dois progenitores. Especularam que talvez, durante a fertilização, houvesse dois fenômenos independentes: o gameta masculino poderia "estimular" o desenvolvimento do óvulo, sem se unir a ele e transmitir suas características (Bateson & Saunders, 1902, p. 154).

²⁸Posteriormente, em 1906, Ostenfeld descobriu que os gêneros *Taraxacum* e *Hieracia* são capazes de produzir sementes por partenogênese e, assim, reproduziam o tipo materno (mesmo se esse for híbrido) como se fosse uma linhagem pura, inclusive quando se tentava fecundar as flores com pólen estrangeiro (ver Bateson, 1913, p. 246-7). No entanto, em outros casos, mesmo em 1909, Bateson ainda reconhecia o aparente surgimento de híbridos que se reproduzem como linhagens puras (ver a edição de 1909 dos *Mendel's principles of heredity*, p. 249-252). Posteriormente, ele indicou que esse tipo de fenômeno não havia mais sido observado em experimentos adicionais e que as observações iniciais podiam ser errôneas (Bateson, 1913, p. 248-249).

Para Bateson, grande parte dos fenômenos de hereditariedade podia ser conciliada com os princípios básicos de Mendel, da forma como ele os enunciava. Mas em certos casos especiais, como o dos híbridos cuja descendência é sempre igual (já citados por Mendel) ou os falsos híbridos de Millardet, que mostram apenas características de um dos pais, não reaparecendo as características do outro progenitor nas gerações seguintes,²⁹ considerou que seria muito difícil adaptar as idéias de Mendel de modo a explicar os fenômenos (Bateson, 1902, p. 27).

As atitudes diante dessas dificuldades foram variadas. De Vries, um ano após a ‘redescoberta’, já não dava mais grande importância aos estudos mendelianos e dedicou-se à sua *teoria da mutação* (ver Martins, 2000, por exemplo). Grande parte dessa se baseava em experimentos com *Oenothera lamarckiana*, que não obedeciam às leis de Mendel. Além disso, esse estudioso se ateve à discussão de muitos outros fenômenos não-mendelianos em sua obra sobre a teoria da mutação (Meijer, 1985, p. 222-223). Quando outros autores criticaram a teoria da mutação e tentaram explicar os fenômenos da *Oenothera* como sendo o resultado de fenômenos complicados mas redutíveis à teoria de Mendel, “Hugo de Vries se tornou o líder central da facção anti-mendeliana entre os botânicos holandeses” (Meijer, 1985, p. 223).

Vemos, portanto, que havia, nos primeiros anos do século XX, uma série de fenômenos de hereditariedade que eram considerados como possíveis exceções aos princípios de Mendel. Uma teoria mais completa da hereditariedade deveria explicar não só as leis de Mendel, mas também a existência de casos aos quais essas leis não se aplicassem.

O PROGRAMA DE PESQUISA MENDELIANO

Após tomar conhecimento e divulgar o trabalho de Mendel, Bateson prosseguiu os estudos de cruzamentos de animais e plantas que já havia iniciado antes, mas agora dentro de uma nova perspectiva teórica. O seu grupo de Cambridge se destacou dentre todos os que se dedicaram a esse tipo de pesquisa no início do século. Dele faziam parte Edith E. Saunders, R. C. Punnett, Florence Durham, Dorothea Marryatt, Muriel Wheldale e R. P. Gregory. Colaboravam também Charles Chamberlain Hurst, Leonard Doncaster, Rowland Biffen e outros (Sturtevant, 1965, p. 201). O grupo realizava experimentos com camundongos, coelhos, canários, galinhas, ervilhas, e vários outros tipos de organismos (ver Martins, 1997, capítulo 2, por exemplo).

A partir do que foi visto até aqui, fica claro que Bateson e seu grupo não estavam simplesmente aceitando e defendendo as leis de Mendel. Os fenômenos por eles estudados conduziam muitas vezes a resultados contrários ao previsto pela teoria mendeliana. Suas tentativas de explicá-los eram, muitas vezes, contrárias às suposições

²⁹As irregularidades e possíveis exceções às leis de Mendel serão indicadas mais adiante.

utilizadas por Mendel. Um estudante atual que se familiarizasse com a genética mendeliana e lesse o artigo de Bateson e Saunders de 1902 ficaria surpreso e confuso com os fenômenos e explicações lá encontrados.

A teoria mendeliana, tal como Bateson a utilizava, era altamente maleável e sujeita a profundas alterações. Por isso, é mais adequado falar sobre o *programa de pesquisa mendeliano* adotado pelo grupo de Bateson. Esse envolvia um método experimental definido, alguns conceitos básicos e um esquema teórico geral, que podem ser caracterizados aproximadamente da seguinte forma:

1. Fazer experimentos de cruzamentos entre variedades (ou raças) distintas da mesma espécie, observando a descendência obtida em várias gerações, e realizando também retrocruzamentos dos híbridos com as variedades iniciais.
 - 1.1 Devia-se tentar estudar espécies tanto de animais quanto de vegetais, do maior número de classes distintas possível.
 - 1.2 As principais características a serem estudadas eram descontínuas, mas nada impedia o estudo de variáveis contínuas.
2. Analisar os resultados estatisticamente, considerando cada característica separadamente, e trabalhando sempre que possível com um grande número de indivíduos.
3. Procurar encontrar regularidade nos resultados obtidos e obter leis particulares sobre dominância (ou não dominância), etc., em cada caso.
 - 3.1 Dar importância a exceções e a casos especiais, e investigá-los detalhadamente.
4. Interpretar as regularidades observadas associando as características observadas a elementos inobserváveis, transportados pelos gametas, e às suas associações no zigoto, tirando conclusões a respeito do comportamento desses fatores a partir dos dados experimentais, depois fazendo novas previsões e testando essas previsões.
 - 4.1 Explorar diferentes hipóteses sobre o comportamento desses elementos inobserváveis e sobre a composição dos híbridos, para tentar explicar os fatos observados.
 - 4.2 Quando o avanço técnico tornasse isso possível, as diferenças entre os gametas deveriam se tornar detectáveis, e isso abriria um novo campo de pesquisa.
5. Procurar obter uma teoria geral que pudesse englobar todas as leis particulares e modelos especiais que as explicassem.

Em nenhuma obra, Bateson e seus colaboradores esquematizaram o programa mendeliano de pesquisa dessa forma ou de modo semelhante, mas essa reconstrução que propomos do programa (implícito) adotado por eles é bastante consistente com o conhecimento histórico disponível.

Bateson se comportava como se o trabalho de Mendel tivesse apenas proporcionado um exemplo particular de aplicação desse programa ao estudo das ervilhas, aceitando a possibilidade de que os resultados obtidos em outros casos fossem completamente diferentes. O exemplo de Mendel devia ser seguido, seu método devia ser empregado, mas os resultados de Mendel não eram a última palavra sobre hereditariedade.

Alguns exemplos podem mostrar até que ponto Bateson estava disposto a mudar os conceitos mendelianos.

Um dos resultados mais interessantes obtidos por Mendel admitia a possibilidade de obter novamente linhagens puras a partir de híbridos. Isso era interpretado como indicando que os gametas produzidos pelos híbridos eram puros. Bateson aventou outras possibilidades:

Será de grande interesse determinar até que ponto a pureza das células germinativas em relação aos caracteres alelomórficos é um regra absoluta, ou se há casos excepcionais em que essa pureza seja limitada. É realmente quase certo que podem surgir tais exceções, pela evidência dos frutos em “mosaico” de *Datura*, onde foi mostrado que os recessivos puros (sem espinho) obtidos dos híbridos mostravam excepcionalmente um segmento ou pedaço com espinhos (Bateson & Saunders, 1902, p. 127).

Outro exemplo: para prever quantos indivíduos de cada tipo deveriam surgir no cruzamentos de determinados tipos paternos, Mendel levantou a hipótese de que cada heterozigoto produzia, em média, um igual número de gametas transportando cada tipo de alelomorfo. Bateson e Saunders consideravam que, nos exemplos estudados por Mendel, os dados concordavam bastante com essa hipótese, mas divergiam do princípio geral:

Em *Pisum*, por exemplo, não podemos estar muito longe ao considerarmos uma média de 50 por cento D [dominante] e 50 por cento R [recessivo] como uma boa aproximação da verdade tanto para as células masculinas quanto femininas, mas não há nada ainda que prove mesmo aqui que a descontinuidade *deve ser sempre e absolutamente completa*.

De modo semelhante, não somos obrigados a aceitar a proposição de que *sempre* existem células germinativas de cada alelomorfo em iguais números (Bateson & Saunders, 1902, p. 128).

Bateson e Saunders acreditavam que poderia haver vários tipos de perturbações. As células germinativas poderiam ser produzidas em números diferentes; ou poderiam ser produzidas inicialmente em números iguais, mas haver depois um processo que selecionasse preferivelmente alguns tipos; ou a combinação entre os gametas feminino e masculino poderia não se dar ao acaso. A idade e o estado de saúde poderiam influenciar nas proporções de gametas (Bateson & Saunders, 1902, p. 128). Outra

possibilidade seria que, a partir de heterozigotos, os machos só produzissem gametas com um tipo de alelomorfo, e as fêmeas com o outro tipo. Nesse caso, todos os seus descendentes também seriam heterozigotos, apesar de se tratar de uma linhagem pura (que se reproduziria sempre fielmente). Só seria possível descobrir a natureza híbrida dessa variedade cruzando-a com outras, pois os cruzamentos recíprocos dariam resultados diferentes. Havia fenômenos conhecidos na época (por exemplo, híbridos de *Digitalis*) que pareciam se comportar assim (Bateson & Saunders, 1902, p. 132).

Essa atitude de Bateson, de ir adaptando a teoria gradualmente aos novos fenômenos, ao invés de aderir de modo mais rígido a um conjunto de leis fixas, foi mais tarde motivo de críticas, como aquelas feitas por Thomas Hunt Morgan durante a década de 1900 (ver por exemplo, Morgan, 1909, p. 365; Martins, 1998).

Há diferenças, como foi apontado acima, entre o trabalho de Bateson e o trabalho de Mendel. Há mudanças de terminologia, introdução de novos aspectos, estudo de novos fenômenos. Em que sentido, então, o programa de pesquisa desenvolvido por Bateson e seus colaboradores pode ser chamado de mendeliano?

Há muitos aspectos comuns entre o programa de Bateson e o trabalho de Mendel, como também ficou bem claro. A nosso ver, o artigo de Mendel sobre os padrões que governam a formação de híbridos, que trata especificamente da hereditariedade, foi visto por Bateson e seus colaboradores como um início e não como um término, como algo que estava aberto a novas contribuições. Bateson desenvolveu um novo programa de pesquisa mendeliano não apenas no sentido de testar a aplicabilidade dos princípios encontrados por Mendel (em *Pisum*) a outros organismos, mas também ao procurar exceções, desvios e propor novas leis, testando-as nos mais variados organismos tanto animais como vegetais.

Bateson não estava atacando Mendel e propondo a substituição de seu trabalho por algo oposto e incompatível com a pesquisa original, mas apresentando-se como um colaborador que pretendia expandir e aperfeiçoar o trabalho de Mendel. Isso ficou claro desde o início do envolvimento de Bateson com essa linha de investigação e, especialmente, quando ele publicou em 1902 seu trabalho com o título *Mendel's principles of heredity: a defence*.

Existem diferenças entre o que consideramos neste artigo como sendo o 'programa de pesquisa mendeliano' e a caracterização feita por outros autores como, por exemplo, G. Van Balen (1986; 1987). Outro autor que trata do surgimento de um novo programa de pesquisa em genética abordando aspectos diferentes daqueles considerados no presente trabalho é P. Lorenzano.³⁰ Um dos pontos de discrepância é que Van Balen considera o programa mendeliano de pesquisa de Bateson como envolvendo não apenas hereditariedade, mas também evolução, embriologia e outros aspectos, enquanto no presente artigo foi adotada a posição

³⁰Lorenzano, *La emergencia de un programa de investigación en genética* (a ser publicado).

de isolar os estudos de hereditariedade de Bateson de suas outras preocupações. Essa separação segue o próprio espírito do trabalho de Bateson, que em sua obra *Mendel's principles of heredity* dedica poucas páginas à questão da evolução, embora toda sua motivação inicial para estudar a variabilidade das espécies e a hereditariedade fosse motivada por preocupações evolutivas.

Van Balen e outros autores não analisaram a dinâmica de pesquisa de Bateson, prendendo-se mais a questões teóricas gerais. A presente análise estudou o programa de Bateson nos primeiros anos do século XX examinando o seu método de pesquisa e os resultados experimentais que ele discute.

COMENTÁRIOS FINAIS

A presente pesquisa mostrou que apesar de apresentarem alguns pontos em comum como a busca dos padrões que governam a transmissão das características dos progenitores a seus descendentes e a metodologia empregada, os trabalhos de Bateson e Mendel apresentam também aspectos diferentes. Enquanto Mendel constatou que havia alguns padrões que regiam a formação de híbridos, principalmente a partir de estudos de cruzamentos experimentais de *Pisum*, Bateson com o auxílio de seus colaboradores foi além, procurando testar se esses padrões se aplicavam ao maior número de organismos possível, tanto vegetais como animais. Além disso, ele não se dedicou simplesmente a testar, explicar e defender o que havia sido proposto por Mendel. Concentrou-se nas exceções. Ao encontrar desvios dos princípios mendelianos, procurou explicá-los propondo novas leis. Por exemplo, verificou que nem sempre a segregação era independente, sendo que algumas características eram herdadas associadas ou então que algumas características deveriam ser determinadas por vários pares de caracteres unitários (vários alelomorfos) e não um só. Ele se preocupou em encontrar outras leis mais complexas, que, entretanto, não invalidavam as que haviam sido propostas por Mendel. Bateson, através do modelo hipotético utilizado pela teoria mendeliana (elementos celulares invisíveis encontrados nos gametas e que não se misturavam) pôde testar a teoria e fazer previsões. Ele propôs uma nova terminologia (alelo, homozigoto, heterozigoto) que não era utilizada por Mendel e alterou a simbologia mendeliana.

AGRADECIMENTOS

A autora agradece o apoio recebido da FAPESP que viabilizou esta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATESON, Beatrice. *William Bateson, F. R. S. Naturalist, his essays and addresses, together with a short account of his life*. Cambridge: Cambridge University Press, 1928.
- BATESON, William. Experiments in plant hybridization. [*Journal of the Royal Horticultural Society*, vol. 26, 1901] In: PUNNETT, R. C. (ed.). *Scientific papers of William Bateson*.; New York: Johnson Reprint, 1971[1928]. vol. 2, p. 1-3.
- . Mendel's principles of heredity – a defense. [Cambridge: Cambridge University Press, 1902, p. 1-35] In: PUNNETT, R. C. (ed.). *Scientific papers of William Bateson*. New York: Johnson Reprint, 1971[1928]. vol. 2, p. 4-28.
- . *Mendel's principles of heredity*. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1913.
- BATESON, W. & SAUNDERS, E. R. Experimental studies in the physiology of heredity. Report I, 1902, p. 1-160. *Reports to the Evolution Committee of the Royal Society*. London: Royal Society/Harrison and Sons, 1910.
- BATESON, W., SAUNDERS, E., PUNNETT, R. C. & KILBY, H. Notes on the progress of Mendelian studies. Report II, 1905, p. 119-31. *Reports to the Evolution Committee of the Royal Society*. London: Royal Society/Harrison and Sons, 1910.
- BATESON, W., SAUNDERS, E. & PUNNETT, R. C.. Experimental studies in the physiology of heredity. Report III, 1906, p. 1-53. *Reports to the Evolution Committee of the Royal Society*. London: Royal Society/Harrison and Sons, 1910.
- BOWLER, Peter J. *The Mendelian revolution. The emergence of hereditarian concepts in modern science and society*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
- CAMPBELL, Margaret. The concept of dormancy, latency and dominance in 19th-century biology. *Journal of the History of Biology* v. 16, p. 409-31, 1983
- COCK, Allan. William Bateson, Mendelism, and biometry. *Journal of the History of Biology* v. 6, p. 1-36, 1973.
- DARDEN, Lindley. *Theory change in science. Strategies from Mendelian Genetics*. New York: Oxford University, 1991.
- DE VRIES, Hugo. Sur la loi de disjonction des hybrides. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* v. 130, p. 845-847, 1900.
- HARTL, Daniel and OREL, Vitezlav. What did Mendel think he discovered? *Genetics* v. 131, p. 245-253, 1992.
- LORENZANO, Pablo. Acerca del 'redescubrimiento' de Mendel por Hugo de Vries. *Epistemología e Historia de la Ciencia* v. 4, n° 4, p. 219-29, 1998.
- . Carl Correns y el "redescubrimiento" de Mendel. *Epistemología e Historia de la Ciencia* v. 5, n° 5, p. 265- 272, 1999.
- MARTINS, Lilian A-C. P. *A teoria cromossômica da hereditariedade: proposta, fundamentação, crítica e aceitação*. Campinas: UNICAMP, 1997. Tese de doutoramento.
- . Thomas Hunt Morgan e a teoria cromossômica: de crítico a defensor. *Episteme* v. 3, n° 6, p. 100-126, 1998.
- . Did Sutton and Boveri propose the so-called "Sutton-Boveri chromosome hypothesis?". *Genetics and Molecular Biology* v. 22, n° 2, p. 261-271, 1999.
- . Hugo de Vries y evolución: la teoría de la mutación. *Epistemología e Historia de la Ciencia* v. 6, n° 6, p. 259-266, 2000.
- MAYR, Ernst. *The growth of biological thought: diversity, evolution, and inheritance*. Cambridge MA: Harvard University Press, 1982.
- MEIJER, Onno G. Hugo de Vries no Mendelian? *Annals of Science* vol. 42, p. 189-232, 1985.

MENDEL, Gregor. Experiments in plant hybridisation. Trad. C. T. Druery. In: BATESON, William. *Mendel's principles of heredity*. Cambridge: Cambridge University Press, 1913. p. 335-79.

—. Experiments in plant hybridisation. Trad. Eva Sherwood. In: STERN, Curt and SHERWOOD, Eva. (eds.). *The origins of Genetics: a Mendel source book*. San Francisco: W. Frieman and Company, 1966. p. 1-48.

MONAGHAN, Floyd & CORCOS, Alain. Tschermak: a non-discoverer of Mendelism: a historical note. *Journal of Heredity* v. 77, p. 468-9, 1986.

MORGAN, Thomas Hunt. What are 'factors' in Mendelian explanations? *American Breeder's Association. Report* v. 6, p. 365-368, 1909.

OLBY, Robert. *Origins of Mendelism*. London: Constable, 1966.

—. William Bateson's introduction of Mendelism to England: a reassessment. *British Journal of History of Science* v. 20, p. 399-420, 1987.

PETERS, James A. (ed.). *Classic papers in genetics*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1959.

SANDLER, Iris & SANDLER, Laurence. On the origin of Mendelian genetics. *American Zoologist* v. 26, n° 3, p. 753-768, 1986.

STUBBE, H. *History of genetics from prehistoric times to the rediscovery of Mendel's laws*. Trad. T. R. W. Waters. Cambridge, MA: MIT Press, 1972.

STURTEVANT, Alfred Henry. The early Mendelians. *Proceedings of the American Philosophical Society* v. 109, p. 199-204, 1965.

VAN BALEN, Gerrit. The influence of Johannsen's discoveries on the constraint-structure of the Mendelian research program. An example of conceptual problem solving in evolutionary theory. *Studies of the History and Philosophy of Science* v. 17, n° 2, p. 175-204, 1986.

—. Conceptual tensions between theory and program: the chromosome theory and the Mendelian research program. *Biology and Philosophy* v. 2, n° 4, p. 435-461, 1987.

ZIRKLE, Conway. The knowledge of heredity before 1900. In: DUNN, L. C. (ed.). *Genetics in the 20th century*. New York: McMillan, 1951. p. 35-57.

EXPLICACIÓN SELECCIONAL Y EXPLICACIÓN FUNCIONAL: LA TELEOLOGÍA EN LA BIOLOGÍA CONTEMPORÁNEA*

Gustavo Caponi**

RESUMEN

Admitiendo la distinción propuesta por Mayr entre *biología funcional* y *biología evolutiva*, sugerimos que estos dos dominios de investigación siguen dos distintos modos de considerar lo viviente que pueden ser entendidos, pero en dos sentidos diferentes, como *teleológicos*. Para distinguir esas *dos formas de teleología* hacemos una comparación entre la *explicación funcional* típica de la *biología funcional* y la *explicación seleccional* propia de la *biología evolutiva*. Cada uno de estos tipos de explicación obedece a una regla metodológica especial: la *explicación funcional* sigue al *principio de adecuación autopoietica*; y la *explicación seleccional* sigue al *principio de adecuación adaptativa*. Pero, mientras el primero será presentado como estando subordinado a un *principio general da causación*; el segundo será presentado como siendo independiente de él. Finalmente, en el contexto de una breve discusión relativa al concepto de *symmorphosis*, sostenemos que, en la biología contemporánea, la noción de *adecuación adaptativa* es preeminente sobre la noción de *adecuación funcional*: esta encuentra su fundamento en aquella.

Palabras Clave: teleología; explicación funcional; explicación seleccional; función; adaptación.

SELECTIVE EXPLANATION AND FUNCTIONAL EXPLANATION: TELEOLOGY IN CONTEMPORARY BIOLOGY

Admitting Mayr's distinction between *functional* and *evolutionary biology* we suggest that these two dominions of inquiry follow two different modes of consider the living that can be considered, but in two different senses, as being *teleological*. To distinguish these *two forms of teleology* we make a comparison between the *functional explanation*, typical of *functional biology*, and the *selective explanation*, proper of *evolutionary biology*. Each one of this kind of explanation obeys an

*Neste trabalho, que é resultado do projeto de pesquisa *Biologia Funcional vs. Biologia Evolutiva: uma distinção chave para a filosofia da biologia*, financiado com uma bolsa do CNPq, ampliamos e aprofundamos os temas tratados em Caponi 2001a e na última seção de Caponi 2001b.

**Departamento de Filosofia da Universidade Federal de Santa Catarina (Brasil), CNPq. E-mail: gustavocaponi@newsite.com.br

special methodological rule: the *functional explanation* follows the *principle of autopoietic adequacy*; and the *selective explanation* follows the *principle of adaptive adequacy*. But, while the former principle will be presented as being subordinated to a general *principle of causation*; the later will be presented as being independent of it. Finally, in the context of a brief discussion concerning the concept of symmorphosis, we argue that, in contemporary biology, the notion of *adaptive adequacy* is preeminent over the notion of *functional adequacy*: the later find its fundament in the former.

Key Words: teleology; functional explanation; selective explanation; function; adaptation.

INTRODUCCIÓN

A mediados del siglo XIX, el célebre fisiólogo alemán Ernst Brücke comparó a la teleología con una mujer de la cual el biólogo no podía prescindir, pero con la cual tampoco quería ser visto en público (Dupouey, 1990, p.91; Descamps, 2000, p.16); y, desde entonces, hasta bien entrado el último siglo, muchos autores han considerado la imagen sumamente feliz. Tal es el caso, por lo menos, de François Jacob (1973, p.17) y también de Pittendrigh (1998) [1970], quien, erróneamente, se refiere a esa imagen como siendo la “famosa broma de Haldane”.

Pero, si hoy ese recurrente lugar común puede resultar anacrónico, no lo será sólo por su sexismo, sino también por el hecho de que, sobre todo por mediación de la reflexión epistemológica de las últimas décadas, esa relación ha sido, de algún modo, reconocida o legitimada. Así, aunque algunos autores como Mayr (1998a) o Ghiselin (1997) continúen negando esa relación; otros, entre los que se encuentran filósofos de la biología como Brandon (1998) o Sober (1993) y prestigiosos biólogos como Ayala (1998) y Dobzhansky (1980), han pasado a reconocerla sin mayores pudores.

No es ese doble anacronismo, sin embargo, el único defecto que esa imagen puede presentar: el otro es su doble inexactitud. Nos referimos, en primer lugar, al hecho de que no es tan evidente que los biólogos, en general, se hayan sentido siempre incómodos con ese elemento teleológico que no podían erradicar de sus discursos. Así, si pensamos en el siglo XIX, veremos que tanto Darwin (1977 [1861], p.59-60) como Claude Bernard (1878, p.340) se permitían aludir, en ciertos contextos, a *causas finales* que, de algún modo, regirían los fenómenos que uno y otro estudiaban. Con todo, y más allá de estos datos históricos, la que sí nos parece significativa es la segunda inexactitud que esa imagen puede comportar.

Es que, aludiendo a la *finalidad* o a la *teleología*, y consecuentemente, a *una mujer*, la cita de Brücke puede servir para reforzar un error que trajo mucha confusión a las discusiones sobre el lugar que las nociones y explicaciones teleológicas pueden tener en la biología. Nos referimos, concretamente, al hecho de no prestar la debida

atención a las diferencias que existen entre la *explicación funcional* propia de la *biología funcional* y la *explicación seleccional*¹ propia de la *biología evolutiva*. Cada uno de estos tipos de explicación, esperamos poder mostrar en este trabajo, supone una perspectiva sobre los fenómenos vivientes que puede ser y ha sido caracterizada como teleológica. Pero, el sentido en el cual cabe decir que esas perspectivas son teleológicas varía de un caso al otro; y eso es algo en lo cual no siempre se ha reparado o algo sobre lo cual no siempre se ha enfatizado debidamente.

Si de insistir en la imagen de Brücke se trata, tal vez debamos concluir que la historia de la biología está marcada por dos mujeres y no sólo por una. Como Von Uexküll (1945, p.175) alguna vez supo señalar, “en los seres vivos adultos distinguimos una doble conformidad a fin: de un lado, cada organismo está construido conforme un fin en sí mismo, y del otro, el organismo está adaptado conforme a fin a su entorno”. Debemos, por lo tanto, saber distinguir entre esa teleología intra-orgánica, causalmente dirigida a la consecución de un objetivo (pre)determinado y esa otra teleología de la adaptación entre medio y organismo en donde, en lugar de pensar cada estructura en virtud de su rol causal en la preservación de la armonía intra-orgánica, la pensamos como una respuesta a los desafíos que plantea la lucha por la existencia.

La primera, como veremos, es esa teleología interna a la cual el propio Claude Bernard (1878, p.340) le reconocía un papel fundamental en la fisiología; la segunda es aquella a la que sólo el darwinismo nos ha permitido erigir en objeto de investigación científica (Sober, 1993, p.83). Pero, más importante que marcar esa distinción de un modo u otro reconocida, será mostrar que la comprensión de cada una de estas teleologías exige, ya por el simple hecho de tratarse de objetivos explanatorios diferentes (Thagard, 1999), de diferentes estrategias explicativas que obedecen, a su vez, a diferentes principios metodológicos.

Aludiremos así a un *principio de adecuación autopoietica* que regiría a la biología funcional y a un *principio de adecuación adaptativa* que haría lo suyo con la biología evolutiva. La idea es que estas máximas, al definir, cada una de ellas, un *tipo de interrogación* o un *objetivo explanatorio* para cada ámbito de indagación, establecen también el *modelo o padrón* de explicación que operará como respuesta adecuada al tipo de pregunta que, en uno y otro campo, se formulen: el principio de adecuación autopoietica da lugar a la forma particular de *explicación o análisis funcional* que caracteriza a la biología funcional y, por su parte, el principio de adecuación adaptativa da lugar a eso que, en ocasiones, ha sido denominado *explicación selectiva*.

¹Nos hemos permitido introducir una ligera modificación en la terminología habitual: así como se habla de *explicación causal*, de *explicación intencional* o de *análisis* o *explicación funcional*, nos pareció más adecuado hablar de *explicación seleccional* que de *explicación selectiva*. Esta última expresión es literalmente inadecuada porque parece indicar que la explicación en cuestión introduce, ella misma, algún tipo de preferencia o exclusión.

DOS BIOLOGÍAS, DOS TELEOLOGÍAS

Cabe resaltar, entonces, que siguiendo a Mayr (1976;1988;1998c), pero también a otros autores como Simpson (1974 [1964], p.11), Jacob (1973, p.14) y Ricqlès (1996, p.8), nunca dejaremos de considerar a las ciencias de la vida como divididas en dos dominios generales de indagación: la biología funcional ocupada en estudiar experimentalmente 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; y la *biología evolutiva*, ocupada en reconstruir, básicamente por métodos comparativos e 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 que efectivamente lo hacen y lo hicieron. No se trata, claro, de una oposición entre paradigmas o programas en pugna; sino de la no siempre fácil pero indudablemente legítima e inevitable convergencia y articulación entre dos perspectivas cuya clara distinción es, creemos, central para entender los más diversos problemas de la filosofía de la biología (Caponi, 2001b).

Para ilustrar esta distinción en base a un ejemplo que ya nos pone en tema, podemos analizar cómo es que esa diferencia entre biología funcional y biología evolutiva se verifica aún comparando dos diferentes tipos de preguntas que los biólogos pueden plantearse en relación a una secuencia de ADN, llamémosla *gen*, cuya ocurrencia se verifique en el *genoma* de alguna especie de bacteria. Una pregunta, que en este caso será con toda seguridad la primera, es la pregunta por el *papel causal* que la proteína codificada por ese gen tienen en la constitución de tales organismos; y se trata, por cierto, de una pregunta cuya respuesta no es en absoluto sencilla: en el caso del genoma humano, por ejemplo, la misma todavía no tiene respuesta para el 40% de nuestros genes. Siendo en este sentido que Craig Venter pudo decir que los mismos tienen aún una “función desconocida” (cfr. Gerhardt, 2001).

Pero volviendo al caso de la bacteria, supongamos que, pese a las dificultades, la investigación progresa y llegamos, no sólo a determinar la función o papel causal de ese gen, sino que también conseguimos determinar cómo es que la proteína codificada desempeña esa función, cómo interactúa con otras moléculas, y cual es su papel en el equilibrio energético de la bacteria en cuestión (cfr. Mayr, 1998b, p.136): ¿será que esas preguntas por la trama de causas próximas desencadenada por ese gen en la constitución del organismo individual agotan todos los interrogantes que ese gen puede suscitar en un biólogo?

Muy posiblemente así sea. Pero supongamos por un momento que una vez establecida la función de un gen, 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 un linaje de bacterias del cual nuestro linaje deriva, pero que se desarrollan en otro hábitat, 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?

No se trata, desde luego, de preguntas para las que se carezca 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 apunte a los recursos actualmente disponibles sino a los recursos disponibles en un hábitat primitivo que moldeó el metabolismo de nuestra bacteria. Ya otras hipótesis, sin embargo, pueden apuntar a distintas estrategias reproductivas: nuestras bacterias pueden presentar más fácilmente mutaciones letales pero ese mismo gen posibilita también una tasa de reproducción mayor que, en ese ambiente pero no en otro, puede significar una ventaja. Podemos, por fin, imaginar otras hipótesis que apunten a las ventajas selectivas que una alta tasa de variabilidad puede comportar para bacterias *condenadas* a proliferar en ambientes cambiantes. Aún cuando esa variabilidad suponga también la posibilidad de mutaciones letales. Y, para irritación de los detractores de la fértil e inagotable *imaginación* darwinista, podríamos seguir elucubrando hipótesis que luego, claro, deberían a ser testadas.

Lo que importa aquí, 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 a que tales narraciones responden y las preguntas a las que responderían los análisis funcionales del gen como los referidos en primer lugar. Así, apelando al lenguaje de Ernst Mayr (1988, p.27) y en lo que sólo es una primera aproximación al tema que habrá de ocuparnos, podemos decir que, mientras la pregunta por la función del gen apunta a las cadenas de *causas próximas* que, actuando a nivel molecular, nos explican cómo se realiza o decodifica el programa contenido en el DNA o en el cigoto, la pregunta por su utilidad apunta a las tramas de causas remotas que, actuando en un plano que podemos llamar ecológico, nos explican por qué el programa genético que habrá de realizarse en cada organismo individual acabó siendo del modo en que efectivamente es.

Actualización de ‘programas genéticos’ y Constitución de ‘programas genéticos’: dos procesos diferentes, de diferente orden, que estudiamos por métodos diferentes en la tentativa de responder preguntas que, pese a ser también diferentes, parecen, en ambos casos, envolver o suponer una perspectiva teleológica. Nos preguntamos por la función del gen en la constitución del organismo individual y nos preguntamos por su utilidad en el plano evolutivo: he ahí los dos modos de la teleología que a menudo han sido confundidos y que aquí nos proponemos distinguir.

No queremos desconocer, sin embargo, que esa confusión ya ha sido, en algún sentido, diagnosticada y parcialmente aclarada por otros autores. Tal es el caso, por ejemplo, de lo que ha ocurrido en el contexto de las últimas discusiones sobre el concepto de función. Es que, aunque el consenso dualista apuntado por Godfrey-Smith (1998a; 1998b), por Brandon (1999) y por Rosemberg (1997), y al cual, en cierto modo, adscribimos, está lejos de ser hegemónico (cfr: Buller, 1998; Davies, 2001; Krieger, 1998; Proust, 1995; Sterelny & Griffiths, 1999); lo cierto es que, aún aquellos que insisten en un análisis unificador del concepto de función basado en la idea de papel causal, lo hacen aceptando que esa noción se aplica con algunas peculiaridades cuando lo que está en juego son los efectos funcionales en tanto que fijados por selección natural. La idea de que existen dos nociones fundamentales de función, o, por lo menos, el reconocimiento de alguna peculiaridad de la noción de función como *efecto seleccionado* frente a la noción de función como *rol causal tout court* puede considerarse, entonces, como una aproximación a la distinción entre las nociones de *adaptación* y *función* que aquí habremos de presentar.

Con todo, lo que ha nosotros realmente nos interesa no es discriminar los diferentes usos posibles y legítimos de la nociones de función y adaptación. Lo que pretendemos es analizar la estructura de dos modelos de explicación, la funcional y la seleccional, para establecer en que sentido puede decirse que estamos ante explicaciones de carácter teleológico. En este sentido, la meta de nuestro trabajo tiene menos que ver con esa reciente polémica sobre el concepto de función que con la menos comentada, pero en nuestra opinión muy significativa, oposición entre *teleología natural determinada* y *teleología natural indeterminada* sostenida por Dobzhansky (et al. 1980, p.499) y Ayala (1970, p.11).

La teleología natural, nos explica Ayala, es aquella que está presente en sistemas cuyas características “no se deben a la acción intencionada de un agente, sino que resultan de algún proceso natural” (1998, pp.498-499). Tal el caso, por ejemplo, de las alas de las aves: las mismas “tienen teleología natural”; es decir: “sirven para un fin, volar, pero su configuración no se debe al designio consciente de alguien”. Pero, como agrega el propio Ayala, dentro del dominio de la teleología natural se pueden distinguir dos tipos: “la determinada o necesaria y la indeterminada o inespecífica” (1998 p.498-499).

La primera, que es objeto de la biología funcional y se trama en cadenas de causas próximas, es la que se da “cuando se alcanza un estado final específico a pesar de las fluctuaciones ambientales” (Ayala 1998, p.499). La segunda, que es objeto de la biología evolutiva y se trama en redes de causas remotas, es la que ocurre “cuando el estado final al que se tiende no está predeterminado específicamente, sino que más bien es el resultado de la selección de una de las diversas opciones existentes” (Ayala 1998, p.499). “El desarrollo de un huevo hasta formar una gallina o el de un cigoto humano hasta formar una persona, son ejemplos de procesos de teleología natural determinada”; y “la regulación de la temperatura corporal de un mamífero constituye otro ejemplo” (Ayala 1998, p.499). Mientras tanto: “las

adaptaciones de los organismos son teleológicas en sentido indeterminado” (Ayala 1998, p.499). Estas ultimas dependen “de circunstancias ambientales o históricas y por eso el estado final no resulta generalmente predecible” (Ayala 1998, p. 499); cosa que si ocurre, sin embargo, con los procesos de homeostasis que, regulando la fisiología y el desarrollo de un organismo, se integran en la autopoiesis.

Es de notar, incluso, como una defectuosa comprensión de esa diferencia entre esas dos formas de teleología que aquí estamos queriendo establecer con claridad ha llevado a cierto malentendido en lo atinente al posible significado de la expresión ‘teleonomía’. Este término, como se lo recordará, fue originalmente propuesto por Pittendrigh (1998) [1970] para aludir, “sin ofender”, a la finalidad de los mecanismos autorregulados. La teleonomía, en definitiva, no es otra cosa que la teleología que Von Bertalanffy (1976, p.80) integra en su *teoría general de sistemas*; y que, por su parte, Rosenblueth, Wiener y Biegelow vindicaron en su célebre artículo de 1943 (Pittendrigh, 1998[1970]). En ese trabajo, en efecto, la expresión ‘comportamiento teleológico’ es usada cómo sinónimo de ‘comportamiento controlado por realimentación negativa’ (Rosenblueth et al. 1943 p.24); y, si en biología existen procesos que pueden ser así considerados, ellos son, sin ninguna duda, aquellos a los que Ayala alude con la expresión ‘teleología determinada’: procesos direccionados a un fin específico pero en virtud de un mecanismo causal de carácter físico o químico.

En este sentido, y en contra de lo algunos autores como Jacques Monod (1971, p.24), Camille Limoges (1976, p.157), George Williams (1996a, p.258) y hasta el propio Michael Ghiselin (1994 p.489; 1997 p.294) han propuesto, la teleología indeterminada que se insinúa en los procesos evolutivos y en las estructuras adaptativas que de ellos resultan no puede, como el propio Ayala apuntó (1970 p.14), ser llamada de teleonómica. Creemos, sin embargo, que para entender claramente cual es esa a diferencia entre los dos tipos de teleología, debemos ir un poco más allá de la distinción propuesta por Ayala y analizar detenidamente la estructura de los tipos de explicación que en biología funcional y en biología evolutiva tienen como objetivo explanatorio cada una de esas formas de *adecuaciones a fin*.

LA NOCIÓN DE FUNCIÓN

La biología funcional constituye, sin ninguna duda, un campo privilegiado para el ejercicio de aquello que Cummins (1975) entendía por ‘análisis funcional’. Sin embargo, para entender la noción de función como *papel causal* (*causal role*) que allí se supone (cfr. Neander, 1998, p.327), es necesario que entendamos primero que la misma está lejos de agotar todos los casos en que hablamos sobre la función que un determinado elemento tendría dentro de un proceso o sistema. Y no nos referimos aquí a la idea de *función propia* (Neander, 1998); sino a la amplitud que presenta la propia noción de *función* entendida como *papel cumplido* o *desempeñado* por un

elemento dentro de un sistema o proceso que lo incluye (cfr. Richardson, 1999, p.329).

Así, cuando nos referimos a un determinado sistema institucional, podemos preguntarnos por la función o papel que un elemento del mismo puede llegar a tener: nos preguntamos, por ejemplo, por las funciones, en el sentido de ‘atribuciones’ y ‘responsabilidades’, que una cámara senatorial puede tener dentro del ordenamiento constitucional de una provincia argentina, sin que eso implique ninguna idea de papel causal; y algo semejante ocurre cuando pensamos en las *funciones* de un cargo o de una dependencia dentro de un sistema u organismo administrativo: nos podemos preguntar así por la función, ahora en el sentido de ‘responsabilidades’ o ‘tareas a cumplir’, del oficial sumariante dentro de una comisaría sin que eso conlleve, otra vez, la idea de una *relación causal*. Y lo que ocurre en estos casos no es muy diferente de aquello que ocurre cuando nos preguntamos por la función, en el sentido general de ‘lugar’ o ‘papel previsto’, que una persona puede tener dentro de los planes de otra.

Pero, aún si pensamos en procesos efectivamente ocurridos en el plano de la acción humana (es decir: si pasamos a la historia), veremos que podemos considerar legítimo el uso de la noción de función aún cuando, a la manera de Von Wright (1980), no pensemos que ese dominio de fenómenos pueda ser abordado desde una perspectiva estrictamente causal. Nos podemos preguntar, en este sentido, por el *papel*, o la *función* que tuvo, por ejemplo, la CIA en el golpe de estado contra Allende en Chile; o, para hablar de individuos, por la función de Bin Laden en los atentados contra el *World Trade Center*. Aquí, ‘función’ significa ‘intervención’ o, incluso, ‘responsabilidad’.

Más aún: la propia estructura de la explicación intencional nos habla de usos de la noción de función que pueden ser considerados como absolutamente independientes de la idea de causación que ponemos en juego cuando decimos que ‘la densidad de un líquido tiene alguna función en la determinación del empuje que padece un cuerpo que se encuentra sumergido dentro de él’. Tal es el caso del uso de esa idea que hacemos cuando nos preguntamos si una cierta creencia, preferencia o prejuicio tuvo, o no, alguna función en el hecho de que un agente halla actuado de un modo o de otro. En el primer caso hablamos de una relación causal nomologicamente mediada; en el segundo, si queremos seguir hablando de relación causal tendremos que hacerlo sin poder especificar cual sería el vínculo nomológico que existiría entre decisiones y creencias (cfr. Von Wright, 1980, p.118).

Pero, ni siquiera las nociones de consecuencia, intervención, tarea o responsabilidad específica agotan el significado de ‘función’. Hay otras posibilidades como lo son aquellas que se ponen en acto cuando nos preguntamos, sin ir más lejos, por como funciona el termino ‘causa’ en el vocabulario de los físicos o por cual es la *función* de los experimentos imaginarios en física (cfr. Kuhn, 1977 p.22 y p.240, respectivamente para cada ejemplo). Si hacemos abstracción de la acepción matemática del término, y buscamos otro equivalente lingüístico para el mismo, podremos quizá

encontrarlo en la expresión ‘papel’ cuando la usamos en el sentido de ‘rol’ sin que eso nos lleve, otra vez, a la noción de papel causal: se habla, de hecho, de ‘papel social’, ‘histórico’, ‘institucional’ o ‘lingüístico’, sin que eso implique la idea de sistemas o procesos nomológico-causalmente ordenados.

Por eso, si queremos avanzar algo en nuestro examen de la noción de función que opera en el seno de la biología funcional debemos trascender ese plano de generalidad y remitirnos al modo específico en que esa noción es usada cuando decimos, por ejemplo, que ‘la función del corazón es bombear la sangre’. En este caso, sí, sin ninguna duda, se atribuye una función al corazón considerando que su movimiento es la causa, física, de otro fenómeno, también físico, que es la circulación de la sangre. Y si hablamos de una ‘causa física’ no es sólo porque consideramos que el movimiento del corazón es, de hecho, un fenómeno físico, sino también porque consideramos que esa relación causal esta establecida por una legalidad física. Queda claro así que, en este contexto, hablar de ‘función’ es hablar de ‘papel causal’ conforme una idea de causalidad que supone una relación entre eventos físicos conforme la mediación de una legalidad también ella de carácter físico.

Con todo, aún así estamos refiriéndonos a una noción cuyo dominio de aplicación excede en mucho a la biología funcional. Es que, la atribución de una función, en el sentido recién especificado de papel causal, a un determinado fenómeno dentro de un proceso, es algo que puede hacerse en cualquier dominio de la experiencia en el cual tenga sentido decir que algo es parte integrante de un complejo de condiciones antecedentes que constituya lo que, siguiendo a Von Wright, llamamos la causa humeana de otro fenómeno o series de fenómenos; es decir, una causa que sólo se constituye como tal a partir de la mediación de un enunciado nomológico que la conecte con su efecto. Puede decirse, por eso, que, aceptando esa idea *humeana* de causalidad, podemos formular esta regla de uso para el concepto de función como papel causal:

Dados dos fenómenos o conjuntos de fenómenos x e y, puede decirse que x tiene una función en la producción, generación o desencadenamiento de y; si y sólo si, x tiene algún papel causal, directo o indirecto, en el proceso de producción, generación o desencadenamiento de y.

De esta regla se desprenden, entonces, dos hechos importantes: el primero, y más obvio, es que al decir que ‘un fenómeno tiene una función en determinado proceso’, según este concepto específico de función que ahora estamos considerando, nos comprometemos con la tesis de que existe una descripción para ese fenómeno tal que nos permite considerarlo como condición inicial de una explicación nomológica cuyo *explanandum* es otra secuencia de ese proceso (Ponce, 1987, p.110); y, en este sentido, puede decirse que todo y cualquier uso de esta noción de función supone un *principio general de causación*, que, entendido como regla metodológica (Popper, 1980, p.61; Ángel, 1978, p.298; Cohen, 1959, p.142) puede ser formulado así:

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 un enunciado estrictamente universal L que establezca una relación asimétrica constante entre X e Y tal que cada valor de la segunda magnitud sea considerado como resultante del valor de la primera.

Pero, lo que también se desprende de la regla de uso de la noción de función antes enunciada, es que, al contrario de lo que muchas veces parece suponerse, dicha noción es, en sí misma, independiente de cualquier idea de utilidad o de estado privilegiado de un sistema. En efecto, para entender en que sentido se atribuye una función a un fenómeno x, alcanza con saber cual es el proceso en el cual x tendría una función. La pregunta no es ¿cual es el efecto benéfico que x produce para E? (donde E será siempre una estructura social, biológica o artificial); sino ¿cual es el papel causal que x tiene en P? (donde P es cualquier proceso pasible de descripción física)[Ponce, 1987, p.107]. La noción de causalidad puede ser presentada como una relación diádica: una cosa es causa o efecto de otra; pero no ocurre lo mismo con la noción de función: aquí estamos ante una relación inevitablemente triádica: algo es la función de otra cosa siempre en determinado proceso o sistema.

Por eso, y contrariamente a lo que suele afirmarse (cfr. Bedau, 1998), “el concepto de función no debe elucidarse, necesariamente, en términos de algún valor como utilidad o el bien respecto del sistema en el cual opera la entidad funcional” (Ponce, 1987, p.105). Así, cuando en julio del 2000, ocurrió aquel accidente del Concord, en el aeropuerto Charles de Gaulle, los peritos que trabajaban en la reconstrucción del hecho se preguntaban por la posible *función* que podría haber tenido en el mismo cierta chapa, ajena al avión, que había sido encontrada entre los destrozos. Pero, nadie suponía, por ejemplo, que alguien hubiese usado aquella chapa para sabotear el vuelo: lo que importaba era saber si la chapa había tenido *algo que ver* en el accidente para, si así era, descartar la hipótesis de una falla de los pilotos o de una falla técnica.

Cabe, además, y en contra de las objeciones que Kitcher (1998, p.272) plantea frente a Cummins, indagar por la función que un fenómeno físico tiene en el desencadenamiento de otro: por ejemplo, sobre la función de la luna en el movimiento de las mareas. Y tiene también sentido preguntarse la función que ciertas secuencias mutantes de ADN tienen en la formación de ciertos tumores (Griffiths, 1998, p.437), o aún por la función que ciertas sustancias tóxicas pueden tener en el desencadenamiento de cualquier proceso patológico. Por otro lado, y también en contra de lo que a menudo parece presuponerse (por ejemplo: Hempel, 1978, p.302), “la entidad funcional no tiene que ser un fenómeno recurrente, ni la función un efecto que se muestre con persistencia” (Ponce, 1987, p.106).

La objeción de *permissividad* o *promiscuidad* (cfr. Davies, 2001, p.75) que recurrentemente se ha planteado frente a la idea de función como mero papel causal

queda así simplemente respondida por el hecho de que, teniendo en claro cual es el proceso específico dentro del cual pensamos que puede atribuírsele una función a un determinado fenómeno o estructura, no puede nunca confundirse entre mero efecto y función: si lo que está en análisis es el ritmo de las mareas no tiene mayor sentido decir que iluminar el mar sea una función de la luna.

Es de notar, por otra parte, como estas consideraciones sobre la neutralidad y la generalidad de la noción de función también se aplican en aquellos casos donde la misma no supone la idea de papel causal que ahora estamos considerando. Así, cuando nos preguntamos si aquellos rumores infundados sobre la posible caída de la tasa de interés tuvieron alguna función en la elevación del precio de ciertas acciones, no estamos suponiendo que estemos ante fenómenos necesariamente recurrentes o cíclicos, ni ante fenómenos deseables o útiles para el mercado accionario. Decir que un elemento tenga una función dentro de una estructura o proceso social no significa, *ipso facto*, que ese elemento tenga una función favorable o útil para lo que se espera sea el buen funcionamiento de esa estructura.

Así, y volviendo ahora al caso restringido de la noción de función como papel causal, podemos muy bien decir que cuando discurremos sobre la función que un fenómeno o estructura X tiene en la ocurrencia de un cierto proceso Z, nuestro análisis responde a la siguiente pregunta: ‘¿que efecto tiene la presencia o la acción de X en la ocurrencia de Z?’; y la respuesta que damos para esa pregunta tiene esta estructura:

- (A) Y es un efecto de X
 (B) Y tiene un papel causal en la realización del proceso Z
 =====
 (C) Y es la función (efecto) de X en Z

LA EXPLICACIÓN FUNCIONAL EN BIOLOGÍA

Claro, una cosa es hablar del ‘análisis funcional’ en general, haciendo abstracción de sí nos estamos refiriendo a máquinas, organismos o procesos físicos, sin ninguna calificación especial; y otra cosa es examinar cual es la forma que ese tipo de análisis cobra en un dominio específico de investigación como puede serlo la biología funcional. En este caso, lo que está en juego es el análisis de ciertos procesos en particular: aquellos que convergen en la constitución, preservación y reproducción de los seres vivos en tanto que sistemas organizados: dado el registro de una estructura o fenómeno constante, sea en el funcionamiento o sea en la constitución de un organismo individual de cierto tipo, el biólogo funcional siempre habrá de preguntarse cual es la función o el papel causal que el mismo tiene dentro de tales procesos. La presunción básica de esta estrategia de análisis es que toda estructura o fenómeno cuya presencia en ese tipo de procesos reviste cierta constancia o regularidad, o bien debe tener alguna

función o papel efectivo, aunque que no necesariamente imprescindible, en los mismos, o bien debe ser un efecto secundario, más o menos directo, de la presencia de otras estructuras o fenómenos que sí tienen ese papel. Era esa la idea que Comte enunciaba en la máxima: “dado el órgano o la modificación del órgano encontrar la función o el acto, y recíprocamente” (1838, p.237).

En efecto, la biología funcional, aún cuando opera a nivel molecular, tiene un interés básicos en esos procesos que ocurren en el seno del viviente individual:

- a) Procesos por los cuales un organismo individual se constituye (Biología del Desarrollo).
- b) Procesos por los cuales un organismo individual se preserva en su propia organización (Fisiología).
- c) Procesos por los cuales un organismo individual se reproduce y genera otros organismos (lo que Mayr (1998c p.183) llama ‘Genética del Desarrollo’ o ‘Fisiológica’).

Estos procesos son característicos de lo que Bichat (1822 [1805],§I) llamaba ‘vida orgánica’ y, según Cuvier (1817, p.36), serían cumplidos por las ‘funciones vitales’, comunes a plantas y animales (cfr.Russell, 1916, p.43). Pero, sin necesidad de remitirnos a *lo arcaico*, podemos apelar a una terminología más actual y englobar esos cuatro tipos de procesos bajo el rótulo de ‘procesos autopoieticos’. En efecto, si siguiendo a Maturana y a Varela (1972, p.381; 1994 p.135), llamamos ‘autopoiesis’, no sólo al proceso por el cual el organismo se constituye y preserva en su forma individual, sino que también consideramos a la reproducción como efecto de la propia dinámica autopoietica (1994, p.94; 1996, p.57), podremos decir que la biología funcional es la ciencia de la autopoiesis orgánica.

Y no se trata de una definición restrictiva: conforme los propios Maturana y Varela (1994, p.125), el sistema nervioso y los movimientos musculares que a él obedecen, deben ser considerados, al igual que el funcionamiento del sistema inmunitario (Varela, 1989), como momentos de la autopoiesis. Así, las reacciones nerviosas y motoras por medio de las cuales un organismo registra y responde a perturbaciones ocurridas en su entorno, lo que Bichat llamaba ‘vida animal’ y Cuvier consideraba cumplido por las funciones animales, puede ser pensado como un conjunto de procesos que se integran en la autopoiesis de, por lo menos, cierto tipo de organismos. Así, y teniendo muy en cuenta estas últimas aclaraciones, podemos decir que la biología funcional se rige por una regla metodológica regional específica, el *principio de adecuación autopoietica*, según la cual:

Para todo X tal que X sea un fenómeno o estructura asociado a un proceso de autopoiesis A, debe formularse una descripción de ambos tal que le podamos atribuir a X un papel causal (función), ora (1) en la realización de A, ora (2) en la realización de alguna respuesta a una perturbación sufrida por A.

Y, con toda seguridad, no es un gran merito apuntar que esta primera máxima puede ser completada con una segunda según la cual: *Si X no satisface las condiciones (1) y (2), debe procurarse otro fenómeno o estructura Y que, cumpliendo con alguna de esas dos condiciones, pueda ser considerado cómo causa de X*. Con todo, aún contemplando la posibilidad prevista para esa regla complementaria, podemos decir que, en la biología funcional, el análisis funcional responde siempre a la pregunta ‘¿cuál es la función (papel causal) de X (o, en su defecto, de Y) en A?’. Y la respuesta a esa pregunta obedece al siguiente esquema general:

(A) Z es un efecto de X [o de Y]

(B) Z es parte de la trama causal que realiza la *autopoiesis*

o

Z es una respuesta a una perturbación que ha afectado a esa *autopoiesis*

(C) Z es la función de X [o de Y]

Deben quedarnos, entonces, en claro dos puntos fundamentales. El primero es que aquí, como en cualquier otra forma de análisis funcional basado en ese Principio General de Causación que antes enunciábamos, la idea de causa que se está suponiendo continúa siendo la de causa próxima (Mayr, 1998a, p.67), o, sí se quiere, la de causa eficiente o *nexus effectivus*. Aquí, como cuando nos preguntamos por la función de la luna en las oscilaciones de la marea también se está suponiendo una relación causal mediada por leyes físicas (Griffiths, 1998, p.437). Por eso, insistamos, la perspectiva funcional que opera en biología no sólo no se contrapone, ni limita, a la explicación causal de corte físico-matemático; sino que, además de suponerla, fomenta la ampliación de su efectiva área de aplicación (Cassirer, 1967, p. 337).

Pero el segundo punto a no pasar por alto es que, como también se desprende del propio Principio de Adecuación Autopoiética, en el dominio de la biología funcional, preguntarse por la función de algún elemento es *siempre* preguntarse por el papel causal que ese fenómeno tiene en el proceso de *autopoiesis*: la noción de función se restringe aquí a la noción de función autopoiética. En este contexto, decir que una estructura posee una función es, antes que nada, decir que tal estructura tiene un papel causal en la autopoiesis. Cuando se afirma de que la función específica del corazón es bombear sangre es simplemente porque ese es el único papel que, hasta donde podemos saber, el movimiento de ese órgano tiene en la realización de la autopoiesis orgánica.

En contra de lo afirmado por Karen Neander (1998, p. 313), el biólogo funcional no precisa remitirse a la selección natural, ni tampoco a la teología, para atribuirle una función específica o propia (*a proper function*) a los latidos del corazón: le basta con la idea de autopoiesis; y es esa misma noción la que aquí permite conjurar el ya referido riesgo de permisividad supuestamente implicado en la noción de función como papel causal: en biología funcional, tener una función significa, insistimos,

tener un papel en la autopoiesis. Si no se descubre que el ruido del corazón al latir sirve para regular algún mecanismo fisiológico particular, nunca podremos decir que el mismo constituya una función de ese órgano.

Podríamos decir, incluso, que con la expresión ‘autopoiesis’, estamos denotando menos un tipo de fenómeno al cual se lo descubra por el análisis fisiológico, que un punto de partida para ese análisis: sin esa noción, o más simplemente, sin la noción de organismo, no hay fisiología ni biología funcional en general. La biología funcional, ella sí, supone siempre en sus análisis una idea de estado privilegiado y limita su análisis a mostrar como un determinado fenómeno orgánico interviene causalmente en la producción de ese estado que no es otro que la producción y la sustentación de la propia estructura orgánica (Goldstein 1951 p.340). Siendo esa, precisamente, la noción de teleología a la cual aludía Kant en la tercera crítica cuando definía un “producto organizado de la naturaleza” como “aquél en que todo es fin, y, recíprocamente, también medio” (1992 [1790], §66). Aunque si preferimos las palabras del propio Bernard, podemos hablar de un “cuerpo organizado” y definirlo como un sistema donde “todas las acciones parciales son solidarias y generadoras las unas de las otras” (1984 [1865], p.137).

Como Kant (1992 [1790] §66) lo entrevió, sin la noción de organismo entendido como entidad auto-constituyente, nunca podría pasarse del puro dominio de la física al dominio de esa *física de lo viviente* que es la biología funcional (cfr: Keller, 2000, p.106; Lebrun, 1993, p.600; Marques, 1987, p.192). Por eso, en la medida en que consideremos la noción de organismo como fundamental para generar los problemas específicos del dominio disciplinar que aquí nos ocupa, no cabe pensar al Principio de Adecuación Autopoietica como un simple recurso heurístico cuya función sería, pura y exclusivamente, guiarnos a descubrir datos o fenómenos. En lugar de eso, y en contra del reduccionismo *a la Schaffner* (1993, p.410), debemos aceptar que ese principio, pese a estar subordinado al Principio de Causación, posee un papel arquitectónico en la construcción de la biología funcional (Duchesneau, 1997, p.147): el principio de adecuación autopoietica, lejos de ser un auxilio para responder las arduas preguntas sobre la determinación causal de los fenómenos orgánicos de la biología funcional; define la forma misma de las preguntas que componen esa agenda.

Y era eso a lo que tan claramente Claude Bernard apuntaba cuando en la *Introduction a L'Étude de la Médecine Expérimentale* nos decía que:

El fisiólogo y el medico no deben olvidar jamás que el ser vivo forma un organismo y una individualidad. El físico y el químico, no pueden colocarse fuera del universo, estudian los cuerpos y los fenómenos aisladamente, en sí mismos, sin estar obligados a remitirlos necesariamente al conjunto de la naturaleza. Pero el fisiólogo, por el contrario, encontrándose ubicado fuera del organismo animal del cual ve el conjunto, debe preocuparse por la armonía de ese conjunto al mismo tiempo en que intenta penetrar en su interior para comprender el mecanismo de cada una de sus partes. De ahí resulta que, mientras el físico o el químico pueden negar toda idea de causas

finales en los hechos que observan; el fisiólogo es llevado a admitir una finalidad armónica y preestablecida en los cuerpos organizados cuyas acciones parciales son todas solidarias y generadoras las unas de las otras. Es necesario reconocer, por eso, que sí se descompone el organismo viviente aislando las diferentes partes, es sólo para facilitar del análisis experimental, y no para concebir esas partes aisladamente. En efecto, cuando se quiere dar a una propiedad fisiológica su valor y su verdadera significación, siempre es necesario remitirse al conjunto y no sacar ninguna conclusión definitiva si no es en relación a sus efectos en relación a ese conjunto. (1984 [1865], p.137)

Por eso, y como bien lo percibía Merleau-Ponty (1953, p. 215): “no todo lo que adviene a un organismo en el laboratorio es una realidad biológica”. Si “no se trata de hacer física *en* el ser viviente, sino la física *del* ser viviente” (Merleau-Ponty, 1953, p. 215); entonces los fenómenos orgánicos nos interesarán en tanto contribuyan a cierto resultado que, desde su planteo y como ya lo apuntamos, nuestro análisis privilegia: la constitución y la preservación del propio organismo. Así, nos dice Bernard, en tanto que *fisiólogos filósofos*, podemos admitir una suerte de finalidad particular o de teleología intra-orgánica, según la cual “todo acto de un organismo vivo tiene su fin en el seno de ese organismo” (1878, p.340).

“El agrupamiento de los fenómenos vitales en funciones”, nos explica incluso Bernard, “es la expresión de ese pensamiento” (1878, p.340). En efecto, la función, nada menos que el objeto privilegiado de la fisiología (Coleman, 1985 p.241), no es otra cosa que “una serie de actos o de fenómenos agrupados, armonizados, en vistas a un resultado determinado” (Bernard, 1878, p.370); y, si bien, para la ejecución de dicha función concurren “las actividades de una multitud de elementos anatómicos”, ella no puede ser reducida a la “suma brutal de las actividades elementales de células yuxtapuestas” (Bernard, 1878, p.370). Lejos de eso, para individualizar una función, para que quepa describir un conjunto de actividades orgánicas como cumpliendo una función, debemos considerarlas como “armonizadas, concertadas, de manera a concurrir en un resultado común” (Bernard, 1878, p.370).

Así, y como más tarde lo haría notar otra vez Merleau-Ponty (1953, p. 215): “un análisis molecular total disolvería la estructura de las funciones y del organismo en la masa indivisa de las reacciones físicas y químicas triviales”. Por eso, “para hacer reaparecer, a partir de ellas, un organismo viviente”, nos decía este autor, hay que reconsiderar a esas reacciones eligiendo “los puntos de vista desde donde ciertos conjuntos reciben una significación común, y aparecen, por ejemplo, como fenómenos de *asimilación*, como los componentes de una *función de reproducción*”; o, en definitiva, como momentos o pasos de cualquier otra función que nuestro análisis fisiológico este procurando establecer (Merleau-Ponty 1953 p. 215).

No concordamos, sin embargo, por lo menos no plenamente, con Claude Bernard en la idea de que sea el espíritu “el que hace la función” (1878, p.370); o que sea el espíritu el que “atribuye un plan o una meta a las cosas que el ve ejecutándose”

(1878, p.371). Sobre todo si con ese se quiere introducir algún contraste entre “una cierta arbitrariedad” que existiría en el modo en que son establecidos los nexos funcionales y la putativa ausencia de esa arbitrariedad que se daría en el caso del establecimiento de nexos puramente causales (cfr. Bernard, 1878, p.371). Es cierto que, al apuntar las ideas de autopoiesis y de organismo como presupuestos establecidos por una decisión metodológica, estamos, en cierto modo, reconociendo que es el interés o la perspectiva que guía nuestra indagación lo que sobrepone el nexo funcional a los fenómenos físico-químicos que ocurren en el organismo. En este sentido tal vez Maturana y Varela (1994 p.76) hayan tenido razón al considerar que se trataba de una noción cuyo uso *dependía del observador*. Pero, ante ese hecho es menester formular algunos señalamientos fundamentales.

En primer lugar no hay que pasar por alto que, aunque preeminente sobre el Principio de Adecuación Autopoiética, el Principio de Causación también es una regla metodológica. Así, si la noción de función nos parece de algún modo arbitraria por el hecho de fundarse en un presupuesto de la investigación y no en una conclusión de esta, con el mismo derecho también tendremos que decir que la idea de causación humeana lo es: en algún sentido ambas son *invenciones* del espíritu; *invenciones* sin las cuales, es cierto, no sería posible la mayor parte de nuestro conocimiento científico. Pero, más importante que eso, nos parece el hecho de que el nexo funcional establecido por el análisis del fisiólogo sólo existe en tanto que nexo causal efectivo entre ciertos fenómenos y un determinado conjunto de efectos todos ellos físicamente registrables.

La teleología intra-orgánica a la que apunta el análisis funcional esta labrada en el orden de las causas próximas; y ese hecho implica una subordinación del análisis funcional al análisis causal. Siendo esa subordinación la que limita las posibles arbitrariedades de nuestras reconstrucciones de nexos funcionales. Decir que un nexo funcional es, antes que nada, un nexo causal implica un compromiso metodológico: el de no dar por suficientemente establecido ningún nexo del primer tipo hasta que no se elucide su acoplamiento con un nexo del segundo tipo. Es importante reconocer, por eso que, dentro del dominio de la biología funcional, “la reducción de todos los acaecimientos a ecuaciones de magnitudes, la transformación del organismo en mecanismo debe retenerse[...], al menos, como postulado incondicional frente a todas las barreras de nuestro saber actual”(Cassirer, 1967, p.399). Observamos, sin embargo, que la reconstrucción de nexos funcionales es tan complicada y expuesta a errores como lo es la reconstrucción de nexos causales; y estos, *malgré* Claude Bernard (1878, p.371), no pueden ser considerados como más reales u objetivos que los primeros.

Existe, con todo, otro límite fundamental para esa posible arbitrariedad a la que Claude Bernard parecía de algún modo temer; y el mismo está en el hecho de que, como ya apuntamos, el nexo funcional no se establece con cualquier efecto posible de un fenómeno fisiológico, sino sólo y exclusivamente con la autopoiesis. Una vez supuesta esta noción y la propia existencia de máquinas autopoiéticas, no cabe decir que el uso de la noción de función, por lo menos en el sentido estrictamente fisiológico

del término, sea algo arbitrario. En ese contexto, como lo apuntamos poco más arriba, tener o realizar una función no podrá ser otra cosa que poseer o cumplir un papel causal en la realización de esa autopoiesis.

ADAPTACIÓN Y ROL BIOLÓGICO

Pero es justamente ahí, en esa univocidad de la noción de función en donde, según nos parece, reside la primera diferencia significativa entre la explicación funcional y la explicación seleccional. Es que, mientras el biólogo funcional siempre sabe cual es ese estado privilegiado al cual *debe llegar* el viviente y, por eso, puede considerar siempre los fenómenos orgánicos como medios para la consecución de un fin preeminente y predeterminado, el biólogo evolutivo no puede contar con esa determinación. Aún pudiendo suponer que toda estructura orgánica está comprometida, directa o indirectamente, con el éxito en la lucha por la supervivencia, el biólogo evolutivo también sabe que esa lucha cobra formas diversas y heterogéneas. Es decir: ese éxito depende de la resolución de una vasta e indefinida gama de problemas que, aún en el caso de una sola especie, pueden ser tan variados y heterogéneos como lo son los problemas de la alimentación, la fuga de los depredadores, el cuidado de la prole o la consecución de aparceros sexuales.

Es cierto, de cualquier manera, que esa diversidad puede reducirse, en todos las formas vivientes, a un único problema fundamental: el de la supervivencia entendida no como preservación individual sino como multiplicación. Todos los demás problemas son, en última instancia, desdoblamientos de este último (Jacob, 1973, p.12; Monod, 1971, p.25). Pero, el objetivo de la explicación darwinista es, precisamente, individualizar, para cada estructura orgánica, cual es el desdoblamiento específico de ese problema fundamental en cuya resolución, directa o indirectamente, esa estructura está involucrada. Sin embargo, una correcta comprensión del modo en que la explicación seleccional define y alcanza su *objetivo explanatorio* nos exige ser cuidadosos respecto de dos errores muy comunes sobre el concepto evolutivo de *adaptación*.

El primero de ellos tiene que ver con la posibilidad de pasar por alto la diferencia existente entre esta noción darwiniana y ciertos usos del mismo término que suelen darse en el contexto de la fisiología. Allí, en ciertas ocasiones, esta expresión se utiliza para designar la respuesta de un organismo individual frente a una perturbación generada por el ambiente que le permite a dicho organismo preservar o recuperar su equilibrio dinámico y, con ello, su identidad en relación al medio. Se trata, sin embargo, de un uso del término que puede llevar a confusión y, por eso, aquí nos limitaremos a considerar la noción evolutiva de adaptación. Noción que es, por otra parte, la que le da sentido a la abrumadora mayoría de las ocurrencias del término en el discurso actual de la biología.

Podemos, sin embargo, ilustrar la diferencia apelando a un ejemplo propuesto por Paul Griffiths (1999 p.2): la posibilidad que tenemos los seres humanos de desarrollar

callos cuando nuestra piel está sujeta a fricción es, tal vez, una adaptación en sentido darwiniano. Se trata, en efecto, de una característica que pudo haberse difundido, por acción de la selección natural, en una población de organismos de la cual descendemos; y es posible que también haya sido la selección natural la que fomentó, por mucho tiempo, su persistencia. Sin embargo, aún cuando efectivamente así sea, el callo que nos sale en la mano como efecto de una tarea repetida, y que protege nuestra piel, no debería ser denominado ‘adaptación’: no es un efecto de la selección natural, no es un fenómeno poblacional y no se trata de otra cosa que la respuesta de un sistema autopoiético frente a una perturbación del entorno.

Ya el segundo error a evitar en lo atinente a la noción de adaptación tiene que ver con la posibilidad de creer que lo que hace que una estructura sea considerada una adaptación sea aquello que, siguiendo a Walter Bock y a Gerd Wahlert (1998 [1965], p.131) podemos llamar su ‘rol biológico’. En efecto, apuntar el rol biológico de una estructura es lo mismo que indicar el uso o aprovechamiento que de ella hace un organismo en el transcurso de su historia de vida; mientras tanto, en el contexto de la biología evolutiva, decir que una estructura es una adaptación es comprometerse con la hipótesis de que, en un determinado ambiente, la misma contribuye, o ha contribuido, en alguna fase anterior de la historia del *Phylum*, al éxito reproductivo de sus portadores en mayor grado que alguna forma alternativa (Brandon, 1990, p.171).

En clave darwiniana, “una adaptación es una variante fenotípica que produce la mayor aptitud (*fitness*) entre un conjunto especificado de variantes en un ambiente dado” (Reeve & Sherman, 1993, p.1). Por eso, “el hecho de que una característica sea beneficiosa para su poseedor no es una condición ni necesaria ni suficiente para considerar que la misma sea una adaptación” (Brandon, 1990, p.43). Así, dado un momento de la evolución de una población en un determinado ambiente, entre los miembros de la misma pueden presentarse: [1] estructuras que no produciendo actualmente ningún beneficio o ventaja para sus portadores deban ser considerados como adaptaciones; y [2] estructuras que, aún siendo ventajosas para sus portadores, no puedan ser consideradas adaptaciones.

El apéndice humano es un buen ejemplo de lo primero: es una adaptación aún cuando, en el presente, no sea en nada beneficioso para nosotros. Como ya no necesitamos digerir celulosa, de nada nos sirve ese *nido* de bacterias simbióticas capaces de descomponer dicha sustancia. Sin embargo, esa estructura anatómica, habiendo dejado de ser beneficiosa, continua siendo una adaptación: “ella evolucionó por selección natural porque incrementaba la aptitud de nuestros distantes ancestros” (Sterelny & Griffiths, 1999, p.218). Es decir: en la actualidad, el apéndice humano no tiene ningún rol biológico; y, sin embargo, el darwinismo nos da una explicación, una *razón*, de por qué está ahí.

Mientras tanto, y como ejemplo de lo segundo, una característica que, sin tener ningún valor selectivo, se difunde en una población por el simple hecho de ser el efecto secundario de otra característica que sí tiene ese valor, puede, por la mediación de un cambio ecológico, tornarse beneficiosa o útil para sus portadores sin por eso

devenir una adaptación. Tal podría ser el caso, por ejemplo, del hedor que un insecto puede producir como resultado de su metabolización de algún veneno presente en el ambiente. Ese hedor, de pronto, puede tornarlo desagradable para una especie de pájaro que ha comenzado a colonizar esa región; y que, según nos consta, en otras regiones se alimenta de otras variedades de ese mismo insecto que, por no estar sometida a la acción de ese veneno, no producen ese hedor. Este hedor, o la capacidad de producirlo, deviene así una estructura beneficiosa, que posee un rol biológico definido, sin por eso transformarse, estrictamente hablando, en una adaptación.

No se puede negar, claro, que asignarle a una estructura un rol biológico, presente o pasado, es, sin ninguna duda, un primer paso para caracterizar una estructura como siendo una adaptación. Pero una vez que sabemos lo que la misma hace, o hacía en el pasado, debemos después determinar en que sentido lo hizo mejor que alguna variante o forma alternativa efectiva: sólo ahí habremos determinado en que sentido estamos ante una adaptación. Por eso, y en contra de lo que Buller (1998, p.512) y Krieger (1998, p.16) piensan, el análisis darwiniano de las estructuras adaptativas no puede confundirse ni con una simple descripción del modo en que esa estructura actúa en beneficio de sus portadores o de su éxito reproductivo, ni con una explicación de cómo esa estructura está asociada a alguna otra que sí produce tales beneficios.

Si volvemos a la noción amplia de función a la que aludíamos en el inicio de este trabajo, y consideramos que con la misma no se alude a otra cosa que al papel cumplido por todo tipo de factor interviniente en el cumplimiento de un proceso de cualquier índole, físico, biológico, técnico, social o incluso jurídico o administrativo; podremos decir que el rol biológico de una estructura orgánica no es otra cosa que la función que esa estructura tiene en los procesos que posibilitan la preservación y reproducción de ese organismo. Y, en ese sentido, también podemos decir que el análisis del modo por el cual esa estructura cumple con su rol biológico, es decir, contribuye a la preservación y a la reproducción de su portador, constituye una forma de análisis funcional. Por otra parte, también es posible que la atribución de un rol biológico a una estructura nos lleve a querer determinar el mecanismo fisiológico que le permite a esa estructura cumplir con ese rol integrándolo a la dinámica de la autopoiesis. Tal es el caso de la explicación que un fisiólogo puede dar respecto de cómo la extremidades de ciertos cuadrúpedos cumplen con la función de locomoción en el medio que los mismos habitan (cfr. Bock & Wahlert, 1998 [1965], p.130).

Pero ninguno de esos análisis funcionales, ni el del naturalista que determina el rol biológico de la estructura, ni el del fisiólogo que explica cómo es que esa estructura cumple con la función que posibilita ese rol, son aún una explicación seleccional. Tales análisis sólo nos están mostrando y explicando que efectos produce una estructura y como los produce; pero no nos dicen por qué la estructura esta ahí. Y eso es lo que la explicación seleccional quiere hacernos comprender. En definitiva, y como siempre se dice cuando se discute el problema de las equivalencias funcionales, 'hay muchas formas de pelar un gato' y lo que el darwinismo quiere tornar inteligible es por qué, en

una circunstancia particular, de entre las formas posibles de pelarlo que allí eran viables, fue seleccionada esa y no alguna otra.

De esto se deriva, además, que el *análisis adaptativo* sólo se aplica en aquellos casos y contextos en que una característica puede ser considerada como contingente (u opcional) en términos físicos, químicos, fisiológicos o morfológicos (Dennett, 1995, p.247; Williams, 1996, p.261). Una estructura fisiológicamente imprescindible puede ser pensada como trivialmente necesaria y beneficiosa, inclusiva en términos de éxito reproductivo para sus portadores; pero eso no sirve para explicar su persistencia desde una perspectiva darwinista. Características orgánicas que puedan ser calificadas como físicamente necesarias o como fisiológica o morfológicamente imprescindibles en organismos de un determinado tipo, no pueden ser objeto de *narraciones adaptacionistas*, a no ser que podamos remitirnos a una instancia, a un momento de la historia evolutiva de ese tipo de organismo, en donde esa necesidad se disuelva.

Así, para tener una explicación darwinista del surgimiento de la forma más primitiva de corazón, debemos fragmentar la historia evolutiva de este órgano en una serie de pasos tal que cada uno de los cuales constituya una alternativa, o una opción, entre dos o más modos posibles de cumplir con un determinado papel fisiológico, que puede ser o no ser semejante a aquel que ese órgano hoy posee, y mostrar bajo que condiciones la alternativa que conducía *en dirección al corazón* resultaba, en ese momento, más económica, o más eficiente que su(s) posible(s) alternativa(s). Por eso, y como Julian Huxley lo supo ver, “ciertas funciones básicas como la asimilación, la reproducción y la capacidad de reacción, que son inherentes a la naturaleza de la materia viva [...], difícilmente pueden ser denominadas ‘adaptaciones’” (1965[1943], p.398): su ubicuidad no es consecuencia sino condición de la selección natural.

Sin embargo, todas de esas funciones pueden especializarse, perfeccionarse o incluso limitarse, y hasta en cierto grado inhibirse, para satisfacer las diversas presiones selectivas a las que puedan estar sometidos los diferentes tipos de organismos (Huxley, 1965 [1943], pp.398-399); y así, cada una de esas peculiaridades que pueden darse en el modo de cumplir con las diferentes funciones fisiológicas podrá ser considerada una adaptación pasible de una explicación seleccional. El propio Huxley ilustra esta idea con un caso histórico:

Weismann consideró que la propiedad de la regeneración era una adaptación especial adquirida durante el curso de la evolución por aquellos animales que estaban especialmente expuestos a perder los miembros o a sufrir otros daños. Los experimentos, sin embargo, no confirmaron esa conclusión. Por ejemplo Morgan observó que los apéndices abdominales del cangrejo ermitaño, aunque normalmente protegidos por la dura cáscara del molusco habitado por el animal, se regeneraban con tanta facilidad como las pinzas o los miembros que sirven para el transporte que están más expuestos. Además, teniendo en cuenta fundamentos generales, puede observarse, de un modo evidente, que la regeneración es considerada como

un aspecto de una cualidad propia de la vida, y el problema principal que se plantea en biología no es explicar su presencia en las formas inferiores, sino explicar su limitación y ausencia en los tipos inferiores. (1965 [1943], p.398)

La *explicación darwinista* habrá, por ello, de ser siempre la explicación de una diferencia (Lewontin, 2000, p.9; Werner, 1999, p.16) o, incluso, de algo así como una *opción* entre dos alternativas (Cronin, 1991, p.67). Lo que está en juego no es explicar cómo algo ocurre o actúa sino de mostrar por qué eso pudo ser mejor que otra cosa que se presentaba como alternativa. Es decir: no se trata simplemente de saber que es lo que algo hace, sino de saber en que sentido lo hace mejor que alguna alternativa efectiva (cfr. Dawkins, 1996, p.15 y ss.). La pregunta deja de ser simplemente ‘¿qué es lo que X hace?’ o, incluso, ‘¿para qué sirve X?’; y, en lugar de ello, nos encontramos con una interrogación doble: ‘¿qué es lo que x hace mejor que z?’ y ‘¿en que sentido lo hace mejor?’. Sin responder a esas dos preguntas no hay explicación seleccional completa. Podemos, sin embargo, intentar condensar esa dupla en una única formula interrogativa: ‘¿por que (es decir: bajo la acción de que presiones selectivas) P pudo resultar mejor que R en el contexto T?’.

LA ESTRUCTURA DE LA EXPLICACIÓN SELECCIONAL

He ahí el *objetivo explanatorio* de las *explicaciones seleccionales darwinistas*. Las mismas, podemos entonces decir, obedecen a esa otra regla metodológica que propusimos llamar ‘principio de adecuación adaptativa’:

Dada la constatación (C) del predominio de una estructura orgánica Z’ sobre otra estructura orgánica Z” en una población X, se debe formular y testar un conjunto de hipótesis tal que contenga: (A) la descripción de un conjunto de presiones selectivas Y que operan u operaron sobre X; y (B) observaciones y argumentos que muestren a Z’ como una respuesta mas adecuada que Z” para Y, o que, en su defecto, la muestren como efecto no seleccionado de tal respuesta

Según esta regla, que puede también ser considerada como una versión metodológica del principio de selección natural (Caponi 2000), la explicación seleccional obedecería al siguiente esquema general:

Explanans:

La población P está sometida a la presión selectiva S.
La estructura X [presente en P] constituye una mejor respuesta a S que su alternativa Y [también disponible en P].

Explanandum:

La incidencia de X en P es mayor que la de Y

Así, ante una especie de pájaros que ponen, por lo general, cuatro huevos, y no tres o cinco como los de otra especie con la cual están emparentados, el darwinismo nos lleva pensar de que debe haber alguna (buena) razón para que las cosas sean de ese modo: que, para esos pájaros y dadas las condiciones en la cual viven, cuatro huevos son mejores, en cierto modo, que tres o cinco (Dennett, 1991, p.247). Surgiendo, a partir de ahí, conjeturas sobre gastos de energía, probabilidad de supervivencia, escasez de comida, etc., que llevan a la formulación de una hipótesis contrastable según la cual, en ese contexto local y dadas las alternativas presumiblemente disponibles, aquella era la mejor alternativa viable (cfr: Dennett, 1991, p.247; Maynard Smith, 1997, p.92; Williams & Nesse, 1996, p.23). Más que a causas, la explicación seleccional parece aludir a razones.

En efecto, las presiones selectivas a las que esta sometida una población no son consideradas como causas próximas de la retención en esa población de ciertas estructuras adaptativas; es decir: los hechos descriptos en el explanans de la explicación seleccional no son presentados como la causa humeana del hecho descrito por el explanandum. La descripción de las presiones selectivas a las que está sometida la población explica la retención de una estructura, no por describir la causa eficiente que la produce sino por mostrar las razones de esa retención; y es en ese sentido que podemos decir que este tipo de explicación exhibe un nexo teleológico y no una conexión causal de tipo mecánico.

Cuando decimos que, en una determinada población de mariposas, un tipo de pigmentación operó como recurso mimético frente a la presión ejercida por ciertos depredadores mejor que otra pigmentación también presente en la población, no apelamos, ni podemos – pero tampoco precisamos – apelar a ningún enunciado nomológico que conecte presión selectiva y respuesta como si se tratase de una relación causal; sino que apuntamos la *raison de être* de esa pigmentación. La explicación darwinista, en suma, no nos muestra una relación humeana de causa-efecto (Von Wright, 1980, p.118), sino que nos propone un vínculo del tipo solución-problema o, incluso, costo-beneficio (cfr. Dawkins, 1996, p.14 y ss.). Y he ahí, en definitiva, la diferencia fundamental entre la explicación funcional y la explicación seleccional: la primera es la respuesta a una indagación por los medios con que se realiza una meta fija y determinada; la segunda, en cambio, es una respuesta a una indagación por los fines que, suponemos, dan sentido a estructuras que consideramos como medios o como costos.

Es digno de notar, por otra parte, como, al tener siempre que aludir a las condiciones bajo las cuales la característica positivamente seleccionada pudo resultar mejor o más ventajosa que una o más alternativas viables y efectivamente presentes en una población, la explicación darwinista no puede tampoco eludir, jamás, el análisis del proceso por medio del cual una característica orgánica fue seleccionada (Brandon, 1990, p.171; Williams, 1996, p.263; Dawkins, 1999, p.51). Más aún, en cierto sentido cabe decir que la misma se agota y se realiza en ese análisis histórico. Siendo en ese sentido específico que cabe hablar de una concepción *etiológica* o, como nosotros

preferimos, *histórica* de la adaptación (cfr.: Wright, 1998[1973]; Millikan, 1998; Neander, 1998). Con todo, si encandilados por una etimología, somos llevados a pensar que estamos ante una explicación causal de la adaptación, podemos pasar por alto, aquello que acabamos de apuntar en relación al carácter no-nomológico de la explicación seleccional.

Podemos, es cierto, predecir que, en una población de mariposas (que habita cierta región particular y que está sometida a la depredación de una determinada especie de pájaro cuyo comportamiento de caza conocemos), una variante podrá verse beneficiada por sobre las otras debido, tal vez, a las ventajas miméticas que su color le otorga. Siendo que, si el pronóstico resulta acertado, cabe citar nuestro argumento como explicación, *etiológica* si se quiere, de por qué esa variante fue la seleccionada. Con todo, y he ahí, lo que debe interesarnos, si el pronóstico resulta defraudado, no encontraremos, ningún enunciado nomológico involucrado en nuestro error.

Siendo precisamente en esa ausencia de conexiones nómicas característica de la explicación darwiniana donde reside la mayor dificultad que presentan ciertas propuestas que, siguiendo la línea de argumentación de Cummins, quieren inducirnos pensar que la explicación seleccional de las adaptaciones constituye una variante de explicación o análisis funcional (por ejemplo: Bigelow & Pargetter, 1998; Proust, 1995; Buller, 1998; Krieger, 1998; Davies, 2001). Es cierto que el problema que estos autores se plantean no es, exactamente, el que nosotros estamos discutiendo en este artículo (cfr. Sterelny & Griffiths, 1999 p.223): a ellos le interesa la noción, o las nociones, de función y a nosotros nos interesan, sobre todo, diferentes formas de explicación. Pero, para decir que la noción darwiniana de función adaptativa es una variante de la noción de función como papel causal es necesario poder mostrar que la explicación seleccional constituye una explicación causal.

Y eso, nos parece, sólo es posible si le concedemos a las nociones de causa y de explicación causal un significado lo suficientemente amplio y vago como para permitirnos contemplar todos los usos que el lenguaje ordinario permite, en los más diferentes órdenes de discurso, para expresiones del tipo ‘ser causa de’, ‘a causa de’, ‘como efecto de’, etc.. De ese modo, la idea de causalidad que de allí podremos extraer será casi tan amplía como la de ‘*tener que ver con*’; y la regla de uso que podremos formular para la expresión ‘a causa de’ será la misma que la de la expresión ‘en virtud de’: ‘*a causa de*[o en virtud de] lo que me dijiste creí que no te interesaba’; ‘en virtud de [a causa de] las altas temperaturas se derritieron los helados’. El lenguaje periodístico es una fuente inagotable de ese tipo de *equivalencias funcionales* entre expresiones.

Así, toda vinculación entre dos factores o elementos tal que los estados o cambios de uno de ellos sean considerados como incidiendo, afectando, definiendo, o determinando, en algún sentido, los estados o cambios del otro, podrá ser caracterizada como una relación causal. El lenguaje ordinario es tan legítimamente permisivo en relación a la noción de causa como lo es en relación a la noción de función; y no es

ningún descubrimiento decir que los usos de una están estrictamente relacionados con los de la otra: hay tantos usos lingüísticamente legítimos para las expresiones ‘papel causal’ y ‘función’ como para la expresión ‘causa’.

Se dice que un trauma infantil *es causa de* cierto síntoma neurótico; y luego podemos hablar del *papel causal*, o de la *función*, de ese trauma en la constitución de nuestros estados afectivos actuales o, incluso, en nuestra *economía libidinal*. Se dice que el precio de un producto sube *como efecto de* su mayor demanda o de su menor oferta; y luego podemos hablar de la *función*, o del *papel causal*, de la oferta y la demanda de bienes en la formación de precios. Se dice que deseamos algo *a causa de* que lo creemos valioso, y luego hablamos del *papel causal* o de la *función* que nuestras creencias pueden tener en la constitución de nuestras metas. Decimos, por fin, que en ciertas poblaciones de mariposas cierto color se tornó preponderante sobre otro *a causa de* que el mismo proporcionaba una protección mimética que el segundo no ofrecía; y luego decimos que ese color tiene una *función* mimética (cfr. Davies 2001 p.48).

Pero por lingüísticamente legítimas que todos esas formulaciones sean, no por eso habremos de pasar por alto que tales usos de expresiones causales y funcionales encubren nociones epistemológicamente diferentes. Lo lingüísticamente correcto no tiene porque ser epistemológicamente revelador. Si queremos presentar a la explicación darwiniana o a la explicación intencional como explicaciones causales o funcionales, nuestro idioma no dejará de proveernos giros y formulas para que lo consigamos. Con todo, si queremos ir más allá del nivel de generalidad al que nos permite acceder la exploración de las posibilidades del lenguaje ordinario, y mirando más de cerca cada caso, nos preguntamos por el tipo de vínculo causal (si así insistimos en llamarlo) que rige en cada dominio de investigación; veremos que surgen diferencias significativas. Siendo a esas diferencias y peculiaridades a las que aquí hemos querido aludir.

Si por ‘causa’ entendemos ‘causa eficiente’, y si aceptamos pensar a la causa eficiente como un vínculo entre dos eventos establecido por un enunciado nomológico, entonces diremos que la noción de función como papel causal sólo se aplica a los dominios de investigación en donde los fenómenos son pesados en base a esa noción de causalidad. Cosa que, según vimos, excluye a la biología evolutiva: las estructuras adaptativas *obedecen* a las presiones selectivas; *responden* a las presiones selectivas; se difunden en *virtud* de las presiones selectivas e incluso su persistencia puede ser considerada como una *resultante* o una *consecuencia* de las presiones selectivas; pero si por ‘causa’ entendemos una relación mediada por leyes no cabe decir, en sentido estricto, que las mismas sean un efecto de las presiones selectivas. La lábil gramática del lenguaje ordinario puede permitirnos decir que una adaptación es efecto de presiones selectivas, pero la gramática de la biología evolutiva no nos autoriza a decir que estas sean causas humanas de aquellas; y esto es así por la sencilla razón de que no existen leyes que vinculen ambos tipos de fenómenos.

Podemos, es cierto, apelar para la distinción entre causas remotas y causas próximas y decir que las presiones selectivas son causas remotas de los cambios

evolutivos. Esta sería una posibilidad que, aparentemente, nuestro modo de caracterizar la causación, por ser excesivamente restringido, no habría contemplado. Pero adoptar la expresión ‘causas remotas’ para, valiéndonos de ella, continuar considerando a la explicación seleccional como siendo una explicación causal, no disminuirá en nada la distancia que existe entre el modo en que pensamos ambos tipos de factores: las causas remotas a las que se alude en biología evolutiva se parecen más a razones (esto es: a condiciones que tornan adecuada o conviene una opción) que a causas eficientes humanas; y ese hecho nos pone, otra vez, frente la diferencia que existe entre las dos perspectivas sobre los fenómenos biológicos que aquí hemos comparado.

CONCLUSIÓN

Existe la *conformidad a fin* de Kant, y existe la de Paley; o, si se prefiere, la de Claude Bernard y la de Darwin. La primera es aquella a la que aludía Cuvier (1817, p.6) en *Le Règne Animal*, cuando, explicando el Principio de las Condiciones de Existencia, “vulgarmente denominado *principio de las causas finales*”, decía que: “como nada puede existir si no reúne las condiciones que tornan su existencia posible, las diferentes partes de cada ser deben estar coordinadas de manera que tornen posible el ser total, no sólo en sí mismo, sino también en relación a aquello que lo rodea” (cfr. Russell, 1916, p.35; Lenoir, 1982, p.62). La segunda, en cambio, es esa mera utilidad exterior que, maravillando a los espíritus ingenuos, sirvió siempre a la teología natural hasta que Darwin la transformó en clave y en asunto privilegiado de su nueva concepción del viviente.

Sin embargo, esas dos *conformidades a fin* no son sólo dos temas o fenómenos distintos: se trata de problemas que se plantean en diferentes dominios de experiencia y cuyos análisis están pautados por diferentes perspectivas metodológicas. Una perspectiva nos lleva a estudiar ciertos fenómenos que ocurren y se registran en el ámbito del viviente individual en virtud del modo en que están mecánico-causalmente, *teleonómicamente* si se quiere, dirigidos a un resultado. La otra, perspectiva, en cambio, nos lleva a considerar otro conjunto de fenómenos, que ocurren a nivel poblacional, en virtud de su *razón de ser* (Dennett: 1991 p.238; 1995 p.24). Una perspectiva nos lleva en la dirección de una *física de los organismos*; y la otra nos invita a una *hermenéutica de lo viviente*.

En la biología funcional, es cierto, existe siempre la referencia al resultado de un proceso determinado; es decir: existe la referencia a una meta y los procesos particulares de un organismo son considerados como medios para alcanzar ese objetivo. Pero lo que se procura determinar en cuestión es cómo cierto fenómeno está causalmente vinculado a esa meta u objetivo. Por eso, aunque, en algún sentido, pueda decirse que el interés que guía esa investigación de los fenómenos orgánicos es, en cierto modo, teleológico; los resultados a los que esta llega ciertamente no lo son: los mismos se limitan a apuntarnos el rol causal de un fenómeno en la producción

de cierto efecto. La biología funcional, en definitiva, no hace más que ponernos ante “esa direccionalidad finalista de un sistema mecanicista perfectamente respetable” que Pittendrigh (1998)[1970] proponía denominar *teleonomía*. Es decir: nos pone ante la finalidad de los mecanismos autorregulados.

Mientras tanto, en el caso de la biología evolutiva no sólo debemos preguntarnos por el problema que una estructura resuelve, sino también están en cuestión las condiciones bajo cuyo dominio esa estructura pudo resultar una mejor alternativa de solución para ese problema que alguna otra posibilidad efectivamente disponible. Como el arqueólogo que intenta comprender el diseño de una máquina antigua, el biólogo que analiza una estructura adaptativa no sólo se pregunta por el problema que la estructura en cuestión pretendía resolver sino que también intenta reconstruir las razones que pudieron hacerla emerger como una buena alternativa de solución para ese problema (Dennett, 1995 p.212 y ss.; Dawkins, 1996, p.14 y ss.). Y es considerando esto último que puede decirse que la explicación seleccional es teleológica en un sentido más fuerte que la explicación funcional (Gouyon, 1998, p.43).

Es que, aún no siendo una mera máxima heurística, el principio de adecuación autopoietica es una regla que conduce a la explicación del funcionamiento y la constitución del organismo individual en términos de causas próximas: la teleología intra-orgánica que encontramos en la biología funcional prepara el terreno para la explicación causal “señalándole los fenómenos y los problemas sobre los que ha de proyectarse” (Cassirer, 1967 [1918], p.400). Mientras tanto, y en claro contraste con lo ocurre en el caso del principio de adecuación autopoietica, en relación al principio de adecuación adaptativa, tenemos que admitir que se trata de una regla metodológica que conduce nuestra interrogación en una dirección completamente diferente a la de la explicación nomológico-causal. La teleología darwinista no se contrapone a la causación mecánica: ella no es una causa eficiente que desvíe a los fenómenos orgánicos del determinismo físico. Pero ella sólo entra en consideración cuando dejamos de preguntarnos cómo esos fenómenos ocurren y se enlazan en la totalidad orgánica y nos preguntamos por qué son como son y no de alguna otra forma. Lejos de decirnos que estas preguntas no podía ser formuladas, Darwin “nos mostró cómo es que la mismas debían ser respondidas” (Dennett, 1995, p.213).

Lo que no puede dejar de ser notado, aunque más no sea que sumariamente y ya para concluir, es que, dentro de la biología contemporánea, esa teleología darwiniana es, en cierto sentido, el fundamento o la razón de ser de la teleología intra-orgánica. El biólogo funcional, ya lo dijimos y lo ratificamos, no precisa de la idea de selección natural, ni de la idea de un diseño divino, para decir que ‘la función del corazón es bombear sangre’. Harvey nada le debe en ese sentido ni Darwin ni a Paley: la noción de autopoiesis o de ser organizado, por sí sola, sirve de sustento categorial para ese juicio. Pero, si saliendo del ámbito de la biología funcional, nos preguntamos por cómo es posible que existan seres donde todas sus partes sean medios y fines al mismo tiempo; la única forma de responder a esa pregunta que la ciencia contemporánea nos permitirá será la propuesta por Darwin.

La presunción de que “en el organismo nada es en balde” que Kant (1992 [1790], §66) legitima como máxima en la tercera crítica no es la idea darwinista de que cada estructura orgánica responde directa o indirectamente a las exigencias de la selección natural. La máxima formulada por Kant no es otra cosa que una versión menos pedantesca de nuestro principio de adecuación autopoiética que, además, tiene como virtud poner en evidencia una cierta idea de economía que parece sostenerlo: nada hay en el organismo sino tiene un rol a cumplir. He ahí un eco de la navaja de Occam que, a su vez, parece anticipar o pedir una fundamentación darwiniana: ¿no siendo un austero dios pietista qué podría estar por atrás de esa frugalidad sino es la cruel y victoriana selección natural?

Esto se torna particularmente claro en las actuales polémicas sobre la posibilidad de considerar que las estructuras orgánicas satisfarían o tenderían a satisfacer un requisito de optimalidad llamado de *symmorphosis* (Weibel, 1998a). Esta palabra designa un cierto ajuste entre el diseño estructural y los requerimientos funcionales (fisiológicos) del organismo en virtud del cual “la formación de los elementos estructurales está regulada para satisfacer pero no para exceder los requerimientos del sistema funcional” (Weibel, 1998a, p.3). La idea es que el diseño de los organismos tendería a ser óptima “en el sentido de que no hay más estructura que la necesaria para cumplir una función” (Weibel, 1998a, p.3). Aunque, claro, todo se complica un poco con la presunción adicional de que ese ‘óptimo’ contempla también un cierto exceso o prodigalidad (Canguilhem, 1972, p.133), económicamente sostenible para el sistema total, que daría cierto margen de seguridad ante eventuales circunstancias que pudieran exigir el sistema por encima de su desempeño normal (cfr: Schmidt-Nielsen, 1998, p.11; Diamond, 1998 p.22; McNeill Alexander 1998, p.29). La idea de que *en el organismo nada es en balde* cobra así una forma más fuerte según la cual nada de lo que está allí es más costoso, en términos de costos energéticos, que lo que precisa para cumplir su función con un margen razonable de riesgo.

Una idea en cierto modo semejante es objeto de discusión en biología evolutiva; pero lo que allí está en cuestión es hasta que punto, y en que sentido, puede decirse que la selección natural tienda producir estructuras óptimas en cuanto al balance entre los costos y beneficios producidos por las mismas (cfr. Sober, 1993, p.119 y ss.; Maynard Smith, 1997, p.91 y ss). La idea es que la selección natural siempre va a tender a fomentar la difusión o la persistencia de aquellas estructuras que, dadas las circunstancias y los recursos disponibles, produzcan el mayor rendimiento posible, en términos de éxito reproductivo, al menor costo energético posible (Maynard Smith, 1997, p.94; McNeill Alexander, 1996, p.2). Así, una estrategia de reproducción sería premiada por la selección natural en la medida en que, dadas las otras alternativas posibles, sea la que consigue un mejor equilibrio entre la inversión parental y éxito reproductivo.

No debemos perder de vista, sin embargo, las diferencias que existen entre ambas aplicaciones de la idea de *diseño óptimo* al campo de la biología. La primera, la de *symmorphosis*, surge en el dominio de la biología funcional y alude a una relación

de adecuación entre estructuras del organismo individual y el cumplimiento de las funciones propias de la dinámica autopoietica. La segunda noción, en cambio, surge en el dominio de la biología evolutiva y alude a costos y rendimientos que se registran en el plano poblacional. La noción de *symmorphosis*, en definitiva, nos lleva una versión fuerte del principio de adecuación autopoietica; la idea de un *optimo adaptativo*, por su parte, nos lleva a una versión fuerte del principio de adecuación adaptativa.

Es más, la idea de *symmorphosis* puede ser definida, con independencia de la idea de selección natural. Al proponer la *symmorphosis* como máxima reguladora (Weibel, 1998b, p.302) no aludimos a los procesos por los cuales se constituye el programa genético de un organismo; sino que nos comprometemos a mostrar como ese programa define un difícil ajuste entre la constitución de las estructuras orgánicas, los requerimientos funcionales del organismo y los recursos que este ultimo dispone o puede producir para constituir las y sostenerlas.

Pero, si el análisis de cómo se cumple ese ajuste en el seno del organismo individual no requiere de ninguna alusión a las causas remotas que condujeron a la definición del programa que allí actualiza, no puede decirse lo mismo en relación a la pregunta sobre hasta donde es posible que las estructuras orgánicas sean *simórficas*. La pregunta por la posibilidad de que existan estructuras que, a este respecto, sean más o menos óptimas sólo puede ser respondida en términos de la teoría de la selección natural. De hecho, los debates sobre los alcances de la idea de *symmorphosis* se han centrado en dos cuestiones fundamentales: determinar experimentalmente hasta donde ese ajuste óptimo se verifica en la estructura y funcionamiento de los organismos individuales (Weibel, 1998b, p.303); y establecer hasta donde la teoría de la selección natural apoya la presunción de que ese ajuste ocurra o tienda a ocurrir (Gordon, 1998, p.37; Garland 1998, p.40; Feder, 1998, p.48).

La economía funcional de los seres vivos, en última instancia, es un resultado de la selección natural; y esto se aplica tanto a representaciones fuertes de esa economía como la embutida en la idea de *symmorphosis*, cuanto a representaciones más vagas o genéricas de la misma como aquella que nos encontramos en la idea clásica de teleología intra-orgánica. Esta se materializa, se muestra y se estudia en el circuito de *causas próximas* que rige el funcionamiento del organismo individual, pero su *razón de ser* remite, en última instancia, a la red de causas remotas que marcan la senda errática de la evolución. El organismo, podríamos decir, es la *ratio cognoscendi* de la teleología intra-orgánica; pero la teleología darwiniana, aquella instaurada por la selección natural, es su *ratio essendi*. Producir seres económicos y austeros donde cada parte está subordinada a la producción del todo que la sustenta es una exigencia de la selección natural. Aquí también se cumple el siempre recordado dictado de Dobzhansky (1973, p.125): “*nothing in biology makes sense except in the light of evolution*”.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AYALA, F. Teleología y adaptación en la evolución biológica. In: MARTINEZ, S. & BARAHONA, A. (eds.) *Historia y explicación en biología*. México: Fondo de Cultura Económica, 1998. p. 495-510.
- AYALA, F. Teleological Explanations in Evolutionary Biology. *Philosophy of Sciences*, Chicago, 37 (1), p. 1-15, 1970.
- BEDAU, M.: Where's the good in teleology?. In: ALLEN, C.; BECOFF, M.; LAUDER G.(eds.). *Nature's purposes: analysis of function and design in Biology*. Cambridge: MIT Press, 1998. p. 261-292.
- BERNARD, C. *Introduction a l'étude de la médecine expérimentale*. Paris: Flammarion, 1984 [1865].
- BERNARD, C. *Leçons sur les Phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*. Paris: Baillière et Fils, 1878.
- BICHAT, X. *Recherches Physiologiques sur La Vie et La Morte*. Paris: Gabon Libraire & Béchét Libraire, 1822 [1805].
- BIGELOW, J. & PARGETER, R. Functions . In: ALLEN, C.; BECOFF, M.; LAUDER G.(eds.). *Nature's purposes: analysis of function and design in Biology*. Cambridge: MIT Press, 1998. p. 241-260.
- BOCK, W. & WAHLERT, G. Adaptation and the form-function complex. In: ALLEN, C.; BECOFF, M.; LAUDER G.(eds.). *Nature's purposes: analysis of function and design in Biology*. Cambridge: MIT Press, 1998[1965]. p. 117-169.
- BRANDON, R. La téléologie dans les systèmes à organisation naturelle. In FELTZ, B.; CROMMELINCK, M.; GOUJON P. (eds.). *Auto-organisation et émergence dans les sciences de la vie*. Bruxelles: Ousia, 1999. p.383-404.
- BRANDON, R. Biological teleology: questions and explanation. In: ALLEN, C.; BECOFF, M.; LAUDER G.(eds.). *Nature's purposes: analysis of function and design in Biology*. Cambridge: MIT Press, 1998. p.79-98.
- BRANDON, R. *Adaptation and Environment*. Princeton: Princeton University Press, 1990.
- BULLER, D. Etiological theories of function: a geographical survey. *Biology & Philosophy*, Dordrecht, 13 (4), p.505-527, 1998.
- CANGUILHEM, G. *Le Normal et Le Patologique*. Paris: P.U.F., 1972.
- CAPONI, G. Función y Adaptación: dos modos de la teleología. In: Caracciolo, R. & Letzen, D (eds.). *Epistemología e Historia de la Ciencia*, Córdoba, 7 (1), p.66-71 2001a.
- CAPONI, G. "Biología Evolutiva vs. Biología Funcional". *Episteme*, Porto Alegre, 12, p. 23-46, 2001b.
- CAPONI, G. La regla de Darwin. *Principia*, Florianópolis, 4(1), p. 23-46, 2000.
- CASSIRER, E. *Kant: vida y doctrina*. México: Fondo de Cultura Económica, 1967[1918].
- COHEN, M. *Reason and Nature*. New York: Dover Publication, 1959.
- COLEMAN, W. *La Biología en el Siglo XIX*. México: Fondo de Cultura Económica 1985.
- COMTE, A. *Cours de Philosophie Positive III: la philosophie chimique et la philosophie biologique*. Paris: Bachelier, 1838.
- CRONIN, H. *The ant and the peacock*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- CUMMINS, R. Functional Analysis. *Journal of Philosophy* 72, p. 741-765, 1975
- CUVIER, G. *Le Règne Animal*. Paris: Deterville, Libraire, 1817.
- DARWIN, C. On the two forms, or dimorphic condition, in the species of *Primula*, and on their remarkable sexual relations [1861]. In: Barrett, P. (ed.). *The Collected Papers of C. Darwin*. Chicago: Chicago University Press, 1977. p.45-63.

- DAVIES, P. *Norms of Nature*. Cambridge: MIT Press, 2001.
- DAVIES, P. "Malfunctions". *Biology & Philosophy* 15 (1), Dordrecht, p. 19-38, 2000.
- DAWKINS, R. *The Extended Phenotype*. Oxford: Oxford University Press, 1999.
- DAWKINS, R. *God's Utility Function*. London: Phoenix Paperback, 1996.
- DENNETT, D. *Darwin's Dangerous Idea*. London: Penguin, 1995.
- DENNETT, D. *La Actitud Intencional*. Barcelona: Gedisa, 1991.
- DESCAMPS, P. Penser la Finalité. *Sciences et Avenir* (Hors-Serie: *Le Sens de la Vie*), Paris, 12-17, 2000.
- DIAMOND, J. Evolution of biological safety factor: a cost/benefit analysis. In: WEIBEL, E.; TAYLOR, R.; BOLIS, L. (eds.) *Principles of Animal Design: The Optimization and Symmorphosis Debate*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. p.21-27
- DOBZHANSKY, T. Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. *American Biology Teacher* 35, Baltimore, p.125-129, 1973.
- DOBZHANSKY, T.; AYALA, F.; STEBINS, L.; VALENTINE, J. *Evolución*. Barcelona: Omega, 1980.
- DUSCHESNEAU, F. *Philosophie de la biologie*. Paris: PUF, 1997.
- DUPOUEY, P. *Épistémologie de la Biologie*. Paris: Nathan (Repères Philosophiques), 1990.
- FEDER, M. Testing the evolutionary origin and maintenance of symmorphosis. In: WEIBEL, E.; TAYLOR, R.; BOLIS, L. (eds.) *Principles of Animal Design: The Optimization and Symmorphosis Debate*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. p.48-55.
- GARLAND, T. Conceptual and methodological issues in testing the predictions of symmorphosis. In: WEIBEL, E.; TAYLOR, R.; BOLIS, L. (eds.) *Principles of Animal Design: The Optimization and Symmorphosis Debate*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. p. 40-47.
- GERHARDT, I. Número baixo de genes é surpresa. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 12-2-2001.
- GHISELIN, M. *Metaphysics and the Origin of Species*. N.York: SUNY, 1997.
- GHISELIN, M. "Darwin's language may seems teleological but his thinking is another matter", *Biology & Philosophy* IX: 489-492, 1994.
- GODFREY-SMITH, P. Functions: consensus without unity. In: HULL, D.& RUSE, M. *The Philosophy of Biology*. Oxford: Oxford University Press, 1998a.. p.280-292.
- GODFREY-SMITH, P. A modern history theory of functions. In: ALLEN, C.; BECOFF, M.; LAUDER G.(eds.). *Nature's purposes: analysis of function and design in Biology*. Cambridge: MIT Press, 1998b. p.453-478.
- GOLDSTEIN, K.; *La Structure de L'Organisme*. Paris: Gallimard, 1951.
- GORDON, M. Evolution of Optimal System. In: WEIBEL, E.; TAYLOR, R.; BOLIS, L. (eds.) *Principles of Animal Design: The Optimization and Symmorphosis Debate*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. p. 37-39
- GOUYON, P. Le finalisme revisité. In: GUYADER, H. (ed.) *L'évolution*. Paris: Bibliothèque Pour la Science, 1998. p.40-43.
- GRIFFITHS, P. Adaptation and Adaptationism. In: WILSON, R.& KEIL, F.(eds.) *The MIT Press of the Cognitive Sciences*. Cambridge: MIT Press, 1999. p.3-4.
- GRIFFITHS, P. "Functional analysis and proper functions" . In: ALLEN, C.; BECOFF, M.; LAUDER G.(eds.). *Nature's purposes: analysis of function and design in Biology*. Cambridge: MIT Press, 1998. p. 435-452.
- HEMPEL, C. *La Explicación Científica*. Buenos Aires: Paidós, 1978.
- HUXLEY, J. *Evolución: la nueva síntesis*. Buenos Aires: Losada, 1965[1943].
- JACOB, F. *La Lógica de lo Viviente*. Barcelona: Laia, 1973.
- KANT, E. *Crítica de la Facultad de Juzgar*. Caracas: Monte Avila, 1992 [1790].
- KELLER, E. *The century of the gene*. Cambridge: Harvard University Press, 2000.
- KUHN, T. *The Essential Tension*. Chicago: The Chicago University Press, 1977.

KITCHER, P. Function and Design. In: HULL, D.& RUSE, M. *The Philosophy of Biology*. Oxford: Oxford University Press, 1998. p. 258-279.

KRIEGER, G. "Transmogrifying teleological talk?". *History and Philosophy of Life Sciences*, Nápoles, 20 (1), p.3-34, 1998.

LEBRUN, G. *Kant e o Fim da Metafísica*. São Paulo: Martin Fontes, 1993.

LENOIR, T. *The Strategy of Life: teleology and mechanics in XIX century german biology*. Chicago: Chicago University Press, 1982.

LEWONTIN, R. *La triple helix*. Cambridge: Harvard University Press, 2000.

LEWONTIN, R. Las bases del conflicto en biología. In: MARTINEZ, S.& BARAHONA, A. (eds.) *Historia y explicación en biología*. México: Fondo de Cultura Económica, 1998. p.96-106

LENNOX, J. "Teleology by another name", *Biology & Philosophy*, Dordrecht, 9 (3), p.493-495, 1994.

LIMOGES, C. *La Selección Natural*. México: Siglo XXI, 1976.

MARQUES, A. *Organismo e Sistema em Kant*. Presença: Lisboa, 1987.

MATURANA, H.& VARELA F. *El árbol del Conocimiento*. Madrid: Debate, 1996.

MATURANA, H.& VARELA F. *De Máquinas y Seres Vivos*. Santiago de Chile: Ed. Universitaria, 1994.

MAYNARD SMITH, J. Optimization theory in evolution. In: SOBER, E. (ed.). *Conceptual Issues in Evolutionary Biology*. Cambridge: MIT Press, 1997. p.91-118.

MAYNARD SMITH, J. *Evolution and the theory of games*. Cambridge: Cambridge University Press, 1982..

MAYR, E. Los múltiples significados de teleológico. In: MARTINEZ, S.& BARAHONA, A. (eds.) *Historia y explicación en biología*. México: Fondo de Cultura Económica, 1998a. p.431-461.

MAYR, E. The multiple meanings of teleological; *History & Philosophy of life Sciences*, Nápoles, 20 (1), p.35-40, 1998b.

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

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

MAYR, E. *Evolution and the diversity of life*. Cambridge: Harvard University Press, 1976.

McNEILL ALEXANDER, R. Symmorphosis and safety factors. In: WEIBEL, E.; TAYLOR, R.; BOLIS, L. (eds.) *Principles of Animal Design: The Optimization and Symmorphosis Debate*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. p.28-36.

McNEILL ALEXANDER, R. *Optima for animals*. Princeton: Princeton University Press, 1996.

MERLEAU-PONTY, M. *La estructura del comportamiento*. Buenos Aires: Hachette, 1953.

MILLIKAN, R. In defense of proper functions. In: ALLEN, C.; BECOFF, M.; LAUDER G.(eds.). *Nature's purposes: analysis of function and design in Biology*. Cambridge: MIT Press, 1998. p.295-312.

MONOD, J. *El Azar y la Necesidad*. Barcelona: Monte Avila, 1971.

NAGEL, E. *La Estructura de la Ciencia*. Buenos Aires: Paidós, 1978.

NEANDER, K. Functions as selected effects . In: ALLEN, C.; BECOFF, M.; LAUDER G.(eds.). *Nature's purposes: analysis of function and design in Biology*. Cambridge: MIT Press, 1998. p. 313-334.

PITTENDRIGHT C. Carta a Ernt Mayr del 26 de Febrero de 1970, transcripta por extenso en MAYR 1998a p.440n-441n.

PONCE, M. *La Explicación Teleológica*. México: UNAM, 1987.

POPPER, K. *The Logic of Scientific Discovery*. Cambridge: Unwin, 1980.

PROUST, J. Fonction et Causalité. *Intellectica* 21, Paris, p.81-113, 1995.

RICHARDSON, R. "Functional Descomposition". In: WILSON, R.& KEIL, F.(eds.) *The MIT Press of the Cognitive Sciences*. Cambridge: MIT Press, 1999. p.329-330.

- RICQLLES, A. *Leçon inaugurale de la Chaire de Biologie Historique et Évolutionnisme*. Paris: Collège de France, 1996.
- REEVE, H. & SHERMAN, P. "Adaptation and the goals of evolutionary success", *Quarterly Review of Biology*, New York, 68 (1), p. 1-32, 1993.
- ROSEMBERG, A. "Reductionism redux: computing the embryo", *Biology & Philosophy*, Dordrecht, 12 (4), p.445-470, 1997.
- ROSENBLUETH, A. et al. Behaviour, purpose and teleology. *Philosophy of Science*, Chicago, 10 (1), p.18-24, 1943.
- RUSSELL, E.S. *Form and Function*. London: Murray, 1916.
- SCHAFFNER, K. *Discovery and Explanation in Biology and Medicine*. Chicago: University of Chicago Press, 1993.
- SCHMIDT-NIELSEN, K. How much structure is enough? .In: WEIBEL, E.; TAYLOR, R.; BOLIS, L. (eds.) *Principles of Animal Design: The Optimization and Symmorphosis Debate*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. p.11-12
- SIMPSON, G. *La Biología y el Hombre*. Buenos Aires: Pleamar, 1974 [1964].
- SOBER, E. *Philosophy of Biology*. Oxford: Oxford Univ. Press, 1993.
- STERELNY, K. & GRIFFITHS P. *Sex and Death*. Chicago: University of Chicago Press, 1999.
- THAGARD, P. *How Scientists explain disease*. Princeton: Princeton Univ. Press, 1999.
- VARELA, F. *Autonomie et Connaissance*. Paris: Seuil, 1989.
- VON BERTALANFFY, L. *Teoría General de los Sistemas*. México: Fondo de Cultura Económica, 1976.
- VON UEXKÜLL, J. *Ideas para una concepción biológica del mundo*. Buenos Aires, Espasa Calpe, 1945.
- VON WRIGHT, H. *Explicación y Comprensión*. Madrid: Alianza, 1980.
- WEIBEL, E. Symmorphosis and Optimization of Biological design: introduction and questions. In: WEIBEL, E.; TAYLOR, R.; BOLIS, L. (eds.) *Principles of Animal Design: The Optimization and Symmorphosis Debate*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998a. p.1-10.
- WEIBEL, E. How good is best? Some afterthoughts on Symmorphosis and Optimization".In: WEIBEL, E.; TAYLOR, R.; BOLIS, L. (eds.) *Principles of Animal Design: The Optimization and Symmorphosis Debate*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998b. p.299-306.
- WERNER, D. *Sexo, Símbolo e Solidariedade*. Florianópolis:UFSC, 1999.
- WILLIAMS, G. *Adaptation and Natural Selection*. Princeton: Princeton University Press, 1996.
- WILLIAMS, G& NESSE, R. *Evolution and Healing*. London: Phoenix Paperback, 1996.
- WRIGHT, L. Functions . In: ALLEN, C.; BECOFF, M.; LAUDER G.(eds.). *Nature's purposes: analysis of function and design in Biology*. Cambridge: MIT Press, 1998 [1973]. p. 51-78.

LA METODOLOGÍA DE LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA APLICADA A LA PARASITOLOGÍA COMO UN APOORTE EPISTEMOLÓGICO PARA LA INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

Guillermo Denegri* y Jacques Cabaret**

RESUMEN

Este trabajo presenta una propuesta para la investigación y la enseñanza de la parasitología. La Metodología de los Programas de Investigación Científica (MPIC) está basada en la metodología de Imre Lakatos. El “núcleo tenaz” del programa en parasitología (especialmente referido a los endoparásitos) es *“las características de comportamiento alimenticio de los hospedadores (intermediarios y/o definitivos) explica y predice la fauna de endoparásitos que ellos albergan”*. Las hipótesis auxiliares del cinturón protector son: i) hipótesis de los ciclos biológicos y ii) hipótesis del desarrollo de comunidades de parásitos. Las pre-condiciones iniciales (físicas) necesarias para el establecimiento de la relación parásito-hospedador son: a) existencia del parásito potencial, b) existencia del hospedador potencial y c) existencia del biotopo potencial. Se discute el papel de las anomalías y se sugieren modificaciones al tratamiento hecho por Lakatos. Creemos que las anomalías no deben archivarse y acumularse hasta que la comunidad científica comience a dudar y cuestionar el núcleo tenaz. Es mejor que el científico resuelva cada anomalía a medida que se le van presentando, pudiendo resultar en el futuro en caminos insospechables para el trabajo teórico y empírico, y de esta manera aumentar el poder predictivo y explicativo del programa. En definitiva esto estará aumentando el “contenido experimental” del programa.

Palabras clave: propuesta teórico-metodológica, parasitología, Programa de Investigación Científica, investigación experimental

THE METHODOLOGY OF SCIENTIFIC RESEARCH PROGRAMMES APPLIED TO PARASITOLOGY AS AN EPISTEMOLOGICAL SUPPORT FOR EXPERIMENTAL RESEARCH

This paper presents a theoretical methodological proposal for research and teaching in parasitology. The Methodology of Scientific Research Program, (MSRP),

*Departamento de Biología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Mar del Plata. Funes 3250. (7600) Mar del Plata. Comisión Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET), Argentina. E-mail: gdenegri@mdp.edu.ar

**INRA. PAP. 37380 Nouzilly. Francia

presented here is based on I. Lakatos' methodology. The "hard core" in parasitology (especially with regard to endoparasites) is: *the characteristics of the trophic behavior of hosts (intermediate and/or definitive) explain and forecast the parasitic fauna which they harbour*. The following hypotheses form the hard core's safety belt of the auxiliary hypotheses: 1. the hypothesis of the biological cycles; 2. the hypothesis of parasite community development. The necessary initial physical pre-conditions for the establishment of a host-parasite relation are: a.- the existence of a potential parasite; b- the existence of a potential host, and c - the existence of a potential biotope. The role of anomalies in the development of any MSRP is discussed and a modification of Lakatos' treatment is suggested. We believe that anomalies should not be set aside until they accumulate to the point where the scientific community begins to doubt their basic hard core. It is better for the scientist to resolve each controversial event as soon as it emerges since these events, may, in the future, give rise to unsuspected paths of theoretical and empirical work, or even improve and widen the predictive and explicative power of the MSRP itself. This, in brief, would deepen the "experimental content" of the program.

Key Words: theoretical methodological proposal/ parasitology/ Scientific Research Program,/experimental research

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es mostrar el funcionamiento y aplicación concreta de una metodología surgida en la filosofía de la ciencia y demostrar como puede ayudar al científico experimental en su trabajo diario en el laboratorio.

Los primeros pasos dados por Denegri (1991) continuaron con posteriores contribuciones (Denegri, 1993, 1996, 1997a, 1997b, 2001) que permitieron clarificar y mejorar el manejo de la Metodología de los Programas de Investigación Científica (en adelante MPIC). La inquietud epistemológica en parasitología surge a partir de los trabajos del parasitólogo Rex Allen (1973) que investigando sobre el ciclo biológico de un cestode de rumiantes domésticos (*Thysanosoma actinioides*) propone una hipótesis ad-hoc (*ad-hoc* 2 en terminología de Lakatos (1978): es aquella hipótesis que tiene exceso de contenido empírico pero ninguna parte del mismo está corroborado) para resolver el controvertido ciclo.

La propuesta de esta hipótesis ad-hoc es el disparador inicial para incursionar más firmemente en el terreno epistemológico y comenzar a indagar sobre la existencia de un criterio claro, preciso y coherente que permita a los parasitólogos poder predecir y explicar el fenómeno del parasitismo.

Creemos que la propuesta de I. Lakatos conocida como MPIC es un arma interesante y sugerente para el trabajo experimental en parasitología y puede ser usada para definir una propuesta teórica en la especialidad.

LA METODOLOGÍA DE LOS PROGRAMAS DE INVESTIGACIÓN SEGÚN IMRE LAKATOS

Expondremos someramente la propuesta metodológica de Lakatos tal como la propone en sus escritos más conocidos y divulgados (entre otros Lakatos, 1978).

Un programa de investigación científica puede ser definido por una sucesión de teorías e hipótesis y se compone de tres partes, fundamentalmente: i) un núcleo tenaz: ii) la heurística negativa y iii) la heurística positiva

Convencionalmente el núcleo tenaz es irrefutable por decisión de la comunidad científica y para que no se lo toque los científicos que adscriben al mismo crean una serie de hipótesis auxiliares que conforman el cinturón protector.

La heurística negativa prohíbe que el *modus tollens* sea aplicado al núcleo tenaz. Las refutaciones deben ser resueltas en el cinturón protector de hipótesis auxiliares y la metodología permite crear, suprimir y/o modificar hipótesis que articuladas lógicamente con el núcleo tenaz le permitan al programa ser fructífero en la predicción de nuevos hechos.

La heurística positiva sugiere cómo cambiar y desarrollar las versiones refutables del programa y que modificaciones hacerle al cinturón protector.

Lakatos define dos tipos de programa:

- i) progresivo: cuando su desarrollo teórico se anticipa a su desarrollo empírico, es decir que la teoría conduce al descubrimiento de nuevos hechos, sobre todo de aquellos hechos hasta el momento desconocidos.
- ii) regresivo (estancado o degenerado): cuando su desarrollo teórico va detrás de su desarrollo empírico y por lo tanto necesita de explicaciones *post-hoc*.

Denegri (1996) detalla los puntos más importantes de la MPIC y discute trabajos de investigadores que rescatan los aportes sobresalientes de la metodología lakatosiana, entre otros Worrall, 1982, Musgrave, 1982 y Urbach, 1982.

Uno de los aspectos más controvertidos y discutidos de la propuesta de Lakatos es el tratamiento de las anomalías. Desde lo metodológico y conceptual Denegri (2001) considera que el manejo de las anomalías es erróneo y propone, a diferencia de Lakatos, que los casos refutatorios del programa no sólo se expliciten sino que sean tratados y resueltos a medida que se van presentando. ¿Por que esperar a acumular anomalías descuidando el núcleo tenaz, a la espera (quizás ilusoria) que los casos refutatorios se conviertan con el tiempo en casos confirmatorios? El ir tratando cada anomalía a medida que se va presentado no solo permite reforzar el programa sino que abre una serie de caminos alternativos que pueden enriquecer el contenido experimental y teórico del mismo.

PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN PARASITOLOGÍA

Se define el “núcleo tenaz” en parasitología apelando a las interacciones tróficas, en especial el comportamiento alimenticio de los hospedadores, en una proposición que dice: “las características alimenticias de los hospedadores (intermediarios y/o definitivos) explica y predice la fauna de endoparásitos que ellos albergan” (Denegri, 1996, 2001).

Este núcleo tenaz es irrefutable por decisión comunitaria de los endoparasitólogos. A tal efecto se deben explicitar las hipótesis auxiliares del cinturón protector, hacia donde dirigir las contrastaciones.

Las hipótesis del cinturón protector están estructuradas en base al conocimiento de los ciclos biológicos y a los modelos del desarrollo de comunidades de parásitos.

Hasta el momento las dos hipótesis propuestas son suficientes (lógicamente) para articularlas con el enunciado del núcleo tenaz. No obstante y tal como lo propone Lakatos, en algún momento del desarrollo de la disciplina pueden ser modificadas, suprimidas o superadas por nuevas hipótesis. Las dos hipótesis propuestas con sus enunciados son:

A) Hipótesis de los ciclos biológicos

Tomamos como base el trabajo de Boskov (1986) que propone una serie de enunciado de tipo legaliforme con soporte empírico de cientos de trabajos en ciclos biológicos de endoparásitos:

1. todos los trematodos, cestodos y acantocéfalos son parásitos, mientras que algunos nematodos son parásitos (de plantas y animales) y otros de vida libre.

2. los trematodos, cestodos y acantocéfalos son parásitos de animales, mientras que algunos nematodos son parásitos de plantas y otros de plantas y animales.

3. todos los acantocéfalos adultos son parásitos de vertebrados, la mayoría de los trematodos y cestodos parasitan a vertebrados, mientras que comparativamente, un gran número de especies de nematodos parasitan a invertebrados.

4. algunos nematodos parasitan a invertebrados en estado larval con una generación adulta de vida libre. No se observa en trematodos, cestodos y acantocéfalos.

5. la alternancia de generaciones ocurre en los ciclos biológicos de todos los trematodos, algunos cestodos y nematodos parásitos de animales y no se observa en ningún acantocéfalo.

6. la progénesis solo se da en algunos trematodos y cestodos, pero no en acantocéfalos y nematodos.

7. el desarrollo de ciclos biológicos secundarios son propios de algunos trematodos, cestodos y nematodos que parasitan a vertebrados. No se observa en acantocéfalos

8. el número de hospedadores obligatorios en el desarrollo de los ciclos biológicos es el siguiente:

- a) trematodes: de 2 a 4. (*Fasciola hepática* - 2
Strigea falconispallumbi - 4)
- b) cestodes: de 2 a 3 (*Moniezia expansa* - 2
Diphyllobothrium latum - 3)
- c) acantocéfalos: siempre 2
- d) nematodes que parasitan a vertebrados: de 1 a 3.
(*Haemonchus contortus*-1
Contracaecum spiculigerum-3)

9. el número de hospedadores obligatorios en los ciclos biológicos secundarios son:

- a) trematodes: de 1 a 3. (*Paralepoderma progenetica* - 1
Alaria alata - 3)
- b) cestodes: de 1 a 2 (*Archigetes sieboldi* - 1
Carryophyllaeus fimbriatus - 2)
- c) nematodes parasitos de vertebrados: de 1 a 2
(*Trichinella spiralis* - 1
Dioctophyma renale - 2)

10. la evolución secundaria de los ciclos biológicos de trematodes, cestodes y algunos nematodes que parasitan a vertebrados se realiza de la siguiente manera:

en trematodes *por*:

- i) desaparición de sólo algún estado o fase del ciclo biológico inicial (*Opisthorchis felineus*).
- ii) desaparición del segundo y tercer hospedador intermediario o del hospedador definitivo del ciclo biológico inicial. Este proceso está acompañado en helmintos por la aparición de ciertos estados o fases del ciclo: a) aparición de larvas progenéticas en un ciclo secundariamente simplificado (*Paralepoderma brumpti*); b) aparición de un hospedador polivalente en el ciclo secundariamente simplificado (*Alaria alata*); c) combinación de 1 y 2 (*Paralepoderma progenética*).

en cestodes *por*:

- i) desaparición de sólo algunos estados o fases del ciclo biológico inicial (*Hymenolepis nana* en el caso de autosuperinfección).
- ii) desaparición de algún hospedador intermediario o definitivo en el ciclo biológico inicial. Es un proceso que puede estar acompañado por la aparición de ciertos estados o fases del ciclo: 1- aparición de larvas progenéticas en el ciclo secundariamente simplificado (*Archigetes sieboldi*); 2- aparición de un hospedador obligatorio polivalente en el ciclo secundariamente simplificado (*Hymenolepis nana* en el ciclo alternativo sin la participación de un hospedador intermediario).

en nematodos parásitos de vertebrados por:

- i) desaparición de algún hospedador intermediario en el ciclo biológico inicial, por procesos que pueden estar acompañados por alguna fase del ciclo y por la aparición de un hospedador obligatorio polivalente en el ciclo simplificado secundariamente (*Trichocephalus muris* y *Trichinella spiralis*).

B) Hipótesis del desarrollo de comunidades de parásitos

Los cuatro modelos del desarrollo de comunidades (Holmes & Price, 1985; Price, 1987) que forman parte de esta hipótesis del cinturón protector son:

1) Modelo no asintótico: sugerido por Southwood (1961): propone una continua acumulación lineal de especies en el tiempo, sin una evidente saturación de la comunidad.

2) Modelo de equilibrio asintótico: basado en la teoría de la biogeografía de islas de MacArthur y Wilson (1967). Predice que las comunidades están en equilibrio por un balance entre colonización y extinción, ésta última impulsada por eventos estocásticos y fuerzas bióticas tales como la competencia y enemigos naturales.

3) Modelo de equilibrio no asintótico: es una alternativa a 2) donde la comunidad puede enriquecerse con especies disponibles de otras localidades geográficas. Aquí se presentan nichos vacantes.

4) Modelo de co-especiación: donde los miembros de la comunidad de parásitos se especian durante aislamiento geográfico al tiempo que sus hospedadores y donde se observa una dirección de curso paralelo entre el parásito y el hospedador (Szidat, 1961, Brooks, 1980). De esto se deduce que los parásitos en tal comunidad tienen una coexistencia por un largo período evolutivo y que la co-evolución reduce la competencia a un nivel insignificante en el tiempo actual.

El par de conceptos: competencia-nicho vacante es sumamente importante para comprender los modelos de desarrollo de las comunidades de parásitos. La competencia entre especies y nicho vacante está íntimamente relacionada ya que si existen nichos vacantes en una comunidad la probabilidad de competencia estará reducida. Los nichos vacantes sugieren que la co-evolución reduce la competencia que es probable haya ocurrido en el pasado. El punto de vista clásico en el estudio de las comunidades de parásitos es que la competencia es una importante fuerza evolutiva, precisamente en la fase evolutiva del modelo de equilibrio asintótico. En nichos completamente ocupados la competencia está extremadamente reducida.

Creemos que estas dos hipótesis auxiliares constitutivas del cinturón protector salvan por el momento al núcleo tenaz y que además son capaces de hacer avanzar el programa de investigación. Estas hipótesis pueden predecir y explicar hechos e incorporar nueva información al programa.

Para completar el programa debemos explicitar las pre-condiciones (físicas) necesarias para el establecimiento de la relación parásito-hospedador. Ellas son:

- i- *existencia del parásito potencial*: organismo de vida libre apto para capturar un espacio en un ser vivo y/o organismo parásito con capacidad para desarrollar total o parcialmente su ciclo biológico en un nuevo hospedador
- ii- *existencia del hospedador potencial*: especie capaz de ofrecer recursos para que un organismo de vida libre o parásito cumpla total o parcialmente su ciclo biológico.
- iii- *existencia del biotopo potencial*: donde los integrantes del ciclo biológico de un parásito no conviven naturalmente pero con posibilidades de supervivencia en caso de ser introducido cualquiera de ellos, dando lugar a fenómenos aislados que pueden generalizarse si continúan las causas que lo produjeron (Denegri, 1985).

Estas pre-condiciones son necesarias pero no suficientes para definir cualitativa y cuantitativamente la relación. Un buen PIC es aquel que tiene por objeto definir cualitativa y cuantitativamente la potencialidad del fenómeno.

De la estructuración de un PIC en parasitología surge el concepto de potencialidad del fenómeno parasitario que Denegri (1997a, 2001) definió “*como la posibilidad real que tiene un organismo de vida libre de conquistar un hospedador y un organismo parásito de conquistar un nuevo hospedador*”. Este término ha demostrado poseer una gran capacidad de alto valor heurístico para predecir y explicar, entre otras cosas: i) las variaciones intraespecíficas en parásitos, ii) nuevas asociaciones parásito-hospedador y en especial de parásitos zoonóticos y iii) como contrastador que ponga a prueba el núcleo tenaz del PIC en parasitología (Denegri, 2001).

EN LA PRÁCTICA ¿COMO FUNCIONA UN PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN PARASITOLOGÍA?

Los parasitólogos practicantes podrían preguntarse: ¿cómo funciona en mi actividad de todos los días este PIC ? El PIC estructurado permite explicar y predecir la fauna de endoparásitos conociendo las características alimenticias de los hospedadores y de esta manera predecir y explicar las características alimenticias de un hospedador hipotético en función del conocimiento de sus parásitos.

Para contrastar el PIC presentado no hay más que apelar a los ejemplos brindados por la literatura parasitológica y se pueden exponer entre muchas, dos consecuencias contrastables empíricamente (Denegri, 1996; Denegri y col. 1998):

- i) en hospedadores de régimen herbívoro se hallan frecuentemente parásitos con ciclos biológicos directos (monoxenos). Se puede predecir que habrá una mayor densidad y asociación con otros de similar ciclo.

- ii) en hospedadores de régimen carnívoros y omnívoros se encuentran parásitos de ciclos biológicos indirectos (heteroxenos) y con gran variación específica y una menor densidad parasitaria, a excepción de *Echinococcus granulosus*, *E. multilocularis*, *Mesocestoides* spp. y otros cestodes de perros y zorros o de *Taenia taeniformis* en gatos.

Denegri (1991, 2001) expone ejemplos extraídos de la bibliografía para mostrar patrones y procesos del fenómeno parasitario. El objetivo es establecer la base empírica del PIC en parasitología y sobre todo buscar los ejemplos que pongan a prueba el núcleo tenaz.

La propuesta se puso a prueba tomando como ejemplo las características tróficas de los ácaros oribátidos que actúan como hospedadores intermediarios de los cestodes de la familia Anoplocephalidae (Denegri, 1993)

Posteriormente Denegri y col (1998) trabajan con el PIC para explicar el comportamiento de estos cestodes en relación a las características tróficas de sus hospedadores definitivos y establecen los siguientes enunciados:

- i- mayor herbivorismo mayor densidad de anoplocefálicos y mayor diversidad de especies. Por ejemplo, en ovinos se hallan los siguientes géneros y especies: *Avitellina (centripunctata)*; *Helictometra (giardi)*; *Moniezia (benedeni, denticulata, expansa, trigonophora)*; *Stilesia (hepatica, globipunctata)*; *Thysaniezia (giardi, ovilla)* y *Thysanosoma (actinioides)*. Hay que notar que en el caso de *Moniezia* spp no es tan claro con existencia probable de especies crípticas, en ovinos, cabras y gazela.
- ii- menor herbivorismo menor densidad de anoplocefálicos y menor diversidad de especies. Por ejemplo, en primates humanos y no humanos se halla el género *Bertiella (mucronata y studeri)* y *Moniezia (rugosa)*.
- iii- en hospedadores carnívoros no se hallan cestodes anoplocefálicos, a excepción de una cita del género *Bertiella* en perro (Africa & García, 1935).
- iv- en hospedadores omnívoros se dan ocasionalmente anoplocefálicos con muy baja densidad y baja diversidad de especies. Por ejemplo, en el hombre se encuentra el género *Bertiella* pero con citas muy esporádicas

Siguiendo en la línea del pensamiento de Lakatos, la historia debe ser una prueba contrastadora de un PIC. En este sentido, Denegri (1997b) reconstruye la historia del ciclo biológico del trematode parásito *Dicrocoelium dendriticum*. Este parásito requiere dos hospedadores intermediarios para completar su ciclo, el primero un molusco y el segundo una hormiga. Por más de treinta años se defendió la postura de un solo hospedador intermediario hasta que investigadores norteamericanos sostuvieron, en base a pruebas teóricas y experimentales, la necesidad de un segundo

hospedador. De haber contado con un programa de investigación como el aquí defendido, posiblemente se hubiera resuelto el controvertido ciclo mucho tiempo antes. El problema empírico se resolvió apelando a presupuestos teóricos basados en característica de comportamiento trófico de los hospedadores involucrados.

La prueba experimental más contundente sobre la eficacia del PIC en parasitología lo constituye los últimos resultados que intentan clarificar el discutido y olvidado ciclo biológico del cestode anoplocefálico hepático de ovinos (*Thysanosoma actinioides*), que como apuntamos más arriba, fue el disparador para el desarrollo teórico y metodológico en parasitología (Denegri y col. 2002)

Por otro lado, y tal como lo mostró Denegri (2000) la MPIC puede ser utilizada como propuesta pedagógica para la enseñanza de la parasitología en el nivel de grado y posgrado universitario. Para cada grupo de parásitos (protozoos, trematodes, cestodes, nematodes, acantocéfalos y artrópodos) se enseña un ciclo modelo y se toma el esquema de interacciones tróficas para deducir con un alto grado de aproximación el ciclo biológico de los parásitos que se presentan. Los trabajos prácticos de parasitología, además de la observación de ejemplares, debieran organizarse con el planteamiento de problemas y de situaciones reales e imaginarias, teniendo como base el PIC propuesto. Dependiendo de la carrera en la que se dicte la asignatura (biología, farmacia, bioquímica, medicina, veterinaria, etc) el planteo de problemas variará en función del objetivo perseguido.

CONCLUSIONES

Creemos que el PIC en Parasitología es predictivo y explicativo de las relaciones parásito-hospedador cuando nos referimos a los endoparásitos. Una de las características fundamentales de un PIC progresivo es su productividad y una alta capacidad para explicar y predecir hechos nuevos. De hecho, esto ha sido mostrado para el PIC en parasitología y en la aplicación futura se monitoreará su eficacia y sus limitaciones. Es claro y tal como lo intentamos mostrar en este trabajo, la metodología de los programas de investigación es útil para la investigación en parasitología.

Según Denegri (2001) para que un PIC en parasitología pueda ser usado por los parasitólogos debe:

1. *Establecer la posibilidad de la relación* que precisa de un contacto y puede estar en la naturaleza determinada por factores biológicos de las especies a relacionar.
2. *Medir la posibilidad y la probabilidad de ocurrencia de la relación:*
 - i) *la posibilidad* está dada por la potencialidad del biotopo y por características biológicas de las especies en cuestión. Aquí las relaciones de predación o tróficas no juegan ningún papel.
 - ii) *la probabilidad* de éxito depende de la frecuencia con que se produzcan los desafíos. Es de naturaleza ecológica y por lo tanto actúa el trofismo.

3. *Explicar las causas y el proceso de colonización a un hospedador o a un ambiente*: los parásitos pueden servir como indicadores de recientes colonizaciones a determinados hospedadores y esto se explica en base a la variación mínima o drástica en la dieta, al cambiar de un biotopo a otro o por modificaciones del biotopo original. Según esto, los resultados de la colonización pueden ser:

- i) los parásitos se especializan o
- ii) son un componente oportunista en el nuevo hospedador. Esta distribución de los parásitos puede explicarse por co-evolución histórica o por factores ecológicos. En base a la propuesta aquí planteada, son los factores ecológicos los que explican y pueden predecir las relaciones parásito-hospedador y sólo secundariamente las explicaciones evolutivas. La especificidad filogenética es una expresión tautológica: “es específico porque es específico”. Sólo a *posteriori* denota un proceso histórico.

4. *Explicar y predecir cambios en las relaciones (parásito/hospedador)*: una teoría en parasitología con un núcleo tenaz basado en las cadenas alimenticias de los hospedadores explica y predice la potencialidad del fenómeno que debe necesariamente ser acotado por referencias a explicaciones evolutivas y/o genéticas.

En base a esta propuesta epistemológica con un núcleo tenaz estructurado en función de las características alimenticias de los hospedadores definitivos e intermediarios, más las hipótesis auxiliares del cinturón protector y las pre-condiciones (físicas) necesarias, se puede inferir lo siguiente:

- i) los parásitos como indicadores de cadenas tróficas (Marcogliese & Cone, 1997)
- ii) los parásitos como indicadores de interacciones ecológicas pasadas y presentes (Gardner & Campbell, 1992; Araujo *et al.* 1993)
- iii) los parásitos como indicadores de recientes colonizaciones a nuevos hábitats (Jinsella, 1974; Kotecki, 1970; Williams *et al.* 1992)
- iv) los parásitos como indicadores de evolución o co-evolución, si primero se apela a una explicación ecológica que denote estabilidad trófica en el tiempo. Más aún, la estabilidad o inestabilidad de la fauna parasitaria en un hospedador dado puede ser explicada primariamente en base a la estabilidad o inestabilidad trófica y no a la edad filogenética del hospedador (Bush *et al.*, 1990; Williams *et al.*, 1992)

Lo interesante de este PIC es que no sólo tiene la ventaja de ofrecer una mejor estructuración teórico-metodológica de la parasitología para su estudio y enseñanza, sino que brinda un marco para futuros planteos experimentales que obviamente tendrán por finalidad, entre otras cosas, poner a prueba el núcleo tenaz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFRICA, C.; GARCIA, E.. The occurrence of *Bertiella* in man, monkey and dog in the Phillipines. *The Phillipines Journal of Sciences*, n.56, p. 1-11, 1935
- ALLEN, R. The biology of *Thysanosoma actinioides* Diesing, 1834 (Cestoda-Anoplocephalidae) parasite of domestic and wild ruminants. *Agric. Exp. Stat. Bull. N. Mex.*, 604, p.1-68, 1973.
- ARAUJO, A.; RANGEL, A.; FERREIRA, L. Climatic change in northeastern Brasil. Paleoparasitological data. *Mem. Inst. O. Cruz.*, n.88, p. 577-579, 1993
- BUSH, A.; AHO, J.; KENNEDY, C. Ecological versus phylogenetic determinants of helminth parasite community richness. *Evol. Ecol.*, n.4, p. 1-20, 1990.
- BOSKOV, D. Conclusions from the comparasion of some of the major characteristics of trematodes, cestodes, acantocephalans and nematodes. *Angew. Parasitol.*, n.27, p. 299-307, 1986.
- BROOKS, D.. Testing hypotheses of evolutionary relationship among parasites: the digenean of crocodilians. *Amer. Zool.*, n.19, p. 1125-1138, 1980.
- DENEGRI, G. Desarrollo experimental de *Bertiella mucronata* Meyner, 1895 (Cestoda-Anoplocephalidae) de origen humano en su huesped intermediario. *Zbt. Vet.Med. B.*, n.32, p. 498-504, 1985.
- DENEGRI, G. Definición de un programa de investigación científica en parasitología: acerca de la biología de los cestodos de la familia Anoplocephalidae. *Tesis de Licenciatura en Filosofía. Dpto. de Filosofía. Universidad Nacional de La Plata. La Plata. Argentina.* 64 pp, 1991.
- DENEGRI, G. Review of oribatid mites (Acarina) as intermediate hosts of tapeworms of the Anoplocephalidae. *Exp. & Appl. Acarol.*, n.17, p. 567-580, 1993.
- DENEGRI, G. La metodología de los programas de investigación científica aplicada a la a la estructuración de un marco teórico-metodológico en parasitología. *Rev.Asoc.Cienc.Nat.Litoral*, v.27, n.1, p. 69-77, 1996.
- DENEGRI, G. El concepto de potencialidad del fenómeno parasitario y su aplicación al estudio de las relaciones parásito-hospedador. Res. XIII Cong. Latino Americano de Parasitología. La Habana (Cuba), p. 210., 1997a.
- DENEGRI, G. Contrastación de un programa de investigación científica en parasitología: reconstrucción de un caso histórico. *Natura Neotropicalis*, n.28, p. 65-70, 1997b
- DENEGRI, G. Una propuesta teórico-metodológica para la enseñanza de la parasitología. Res. III Cong. Argentino de Parasitología. Mar del Plata. (Argentina). Tomo I, p. 272-275, 2000
- DENEGRI, G. Programas de Investigación Científica e Investigación Experimental en Biología. *Tesis Doctoral en Filosofía* (en evaluación), 2001.
- DENEGRI, G. El concepto de potencialidad del fenómeno parasitario y su aplicación al estudio de las relaciones parásito-hospedador: un análisis epistemológico. *Natura Neotropicalis*, 2001 (en prensa).
- DENEGRI, G.; ELISSONDO, M.; DOPCHIZ, M. Oribatid mites as intermediate host of *Thysanosoma actinioides* (Cestoda:Anoplocephalidae): a preliminary study. *Veterinary Parasitology*, n.103: p. 267-271, 2002
- DENEGRI, G.; BERNADINA, W.; PEREZ-SERRANO, J.; RODRIGUEZ-CAABEIRO, F.. Anoplocephalid cestodes of veterinary and medical significance: A review. *Folia Parasitologica*, n.45, p.1-8, 1998.
- GARDNER, S.; CAMPBELL, M. Parasites as probes for biodiversity. *J. Parasitol.*, n.78, p. 596-600, 1992.
- HOLMES, J.; PRICE, P. Communities of parasites. In: KIKKAWA, J & ANDERSON, D. (Eds.). *Community Ecology: pattern and process*. Oxford: Blackwell Scient. Publ., 1985. p. 187-213.

- JINSELLA, J. Comparison of helminth parasites of the cotton rat, *Sigmodon hispidus* in several habitat in Florida. *Amer. Mus. Novitatis*, n.2540, p. 1-11, 1974.
- KOTECKI, N. Circulation on the cestode of Anseriformes in the Municipal Zoology Garden in Warszawa. *Acta Parasitol. Pol.*, n.17, p. 329-355, 1970.
- LAKATOS, I. *The methodology of Scientific Research Programmes. Philosophical Papers Vol. 1.* Cambridge University Press, 1978.
- MacARTHUR, R.; WILSON, E. *The theory of island biogeography* Princeton University Press, 1967.
- MARCOGLIESE, D.; CONE, D. Food weebis: a plea for parasites. *Trend in Ecol. & Evol.*, n.12, p. 320-325, 1997.
- MUSGRAVE, J. Apoyo fáctico, falsación, heurística y anarquismo. En: RADNITZKY & ANDERSON (compiladores). *Progreso y racionalidad en la ciencia*. Barcelona : Alianza Universidad, 1982, p. 165-181.
- PRICE, P. Evolution in parasite communities. *Int. J. Parasitol.* n.17, p. 209-214, 1987.
- SOUTHWOOD, T. The number of species of insect associated with various *J. Anim. Ecol.*, n.30, p. 1-8, 1961.
- SZIDAT, L. Versuch einer Zoogeographie des Süd-Atlantik mit Hilfe von Leit-Parasiten der Meeresfische. *Parasitologische Scheriftenreihe*, n.13, p. 1-98, 1961.
- URBACH, P. *La promisoriedad objetiva de un programa de investigación*. In: RADNITZKY & ANDERSON (compiladores). *Progreso y racionalidad en la ciencia*. Barcelona : Alianza Universidad, 1982
- WILLIAMS, H.; MacKENZIE, K.; MCCARTHY, A.. Parasites as biological indicators of the population biology, migrations, diet, and phylogenetics of fish. *Reviews in Fish Biology & Fisheries*, n.2, p. 144-176, 1992.
- WORRALL, J.. Las formas en que la metodología de los programas de investigación mejora la metodología de Popper. In: RADNITZKY & ANDERSON (compiladores). *Progreso y racionalidad en la ciencia*. Barcelona : Alianza Universidad, 1982.

DEL CONDICIONAMIENTO HISTORIOGRÁFICO A LA OMISIÓN TEXTUAL: RIVKA FELDHAY Y EL COPERNICANISMO DE GALILEO GALILEI

*Fernando Tula Molina**

RESUMEN

En el presente trabajo reviso la tesis de Rivka Feldhay sobre las condiciones de legitimación de la ciencia galileana. El centro de la misma es la afirmación de que la justificación – y característica fundamental – de la “nueva ciencia” depende de la reestructuración del campo cultural propio de la ciencia renacentista en general, y Jesuítica en particular, “dando lugar a nuevas formas de escribir la ciencia, y a diferentes prácticas científicas”. Muestro que esta tesis pasa por alto referencias textuales relevantes, y que el motivo de ello son las categorías propias de su perspectiva de análisis

Palabras Clave: Galileo Galilei, Revolución Científica, Historiografía, Filosofía de la Ciencia.

FROM HISTORIOGRAPHIC ASSUMPTIONS TO TEXTUAL OMISSION: RIVKA FELDHAY AND GALILEO GALILEI'S COPERNICANISM

In this paper I discuss Rivka Feldhay's thesis about the legitimization of Galilean science. Its core is the view that the “new science” depends on the reordering of the cultural field characteristic of Renaissance and Jesuitic science. Feldhay urges us to take this transformation as the reason of appearance of “new ways of writing science and new scientific practices”. I try to show that this thesis omits relevant textual references and that the reason of this is Feldhay's own categories of analysis.

Key words: Galileo Galilei, Scientific Revolution, Historiography, Philosophy of Science.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo deseo revisar la tesis de Rivka Feldhay sobre las condiciones de legitimación de la ciencia galileana. El centro de la misma es la afirmación de que la justificación – y característica fundamental – de la “nueva ciencia” depende de la reestructuración del campo cultural propio de la ciencia renacentista en general,

*Universidad Nacional de Quilmes – Comisión Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET). E-mail: tmolina@unq.edu.ar

y Jesuítica en particular, “dando lugar a nuevas formas de escribir la ciencia, y a diferentes prácticas científicas” (Feldhay, 1995-a, 247).

La obra mayor en la cual Feldhay se propuso “poner al descubierto las condiciones institucionales e intelectuales que estructuraron tales transformaciones” (1995-a, 8) fue *Galileo and the Church: Political Inquisition or Critical Dialogue?*, publicado por Cambridge University Press en 1995. Una versión más compacta de tal tesis, aplicada al análisis de la controversia de las manchas solares fue presentada en el mismo año en la compilación de H. Krips, J. E. McGuire y T. Melia, *Science, Reason, and Rhetoric* publicado por Pittsburg University Press, bajo el título *Producing sunspots on an iron pan: Galileo's scientific discourse*. Finalmente, esta tesis fue estandarizada y utilizada para explicar las dificultades que debió enfrentar Galileo al intentar integrar dos discursos incompatibles (un enraizado en la mecánica como ciencia mixta, y el otro fenomenológico y matemático) en el *Companion on Galileo* publicado por Cambridge University Press en 1998 bajo el título *The use and abuse of mathematical entities: Galileo and the Jesuits revisited*.

Dado que esta tesis pretende ocupar un lugar en la imagen contemporánea de la ciencia galileana, considero valioso detenernos y examinarla con cuidado. En lo que sigue voy a exponer y revisar cada una de sus partes, tratando de determinar si el fundamento de la misma reside en las particularidades de la ciencia de Galileo o en las categorías supuestas por Feldhay para su análisis.

CIENCIA JESUÍTICA Y ESTRUCTURA DIALÓGICA

La preocupación inicial de las investigaciones de Feldhay estuvo centrada más en el caso Galileo que en su ciencia. Su intención fue mostrar que “la historia de Galileo podía enseñarnos algo mucho menos obvio sobre la relación entre poder y conocimiento que la represión de la verdad por la fuerza bruta”; y para hacerlo eligió “contar la historia del encuentro entre diferentes tipos de estructuras de poder-conocimiento dentro del marco del modelo dialógico” (1995-a, p. 8).

Este punto de mira adoptado por Feldhay tiene a su entender la ventaja de que ya no se tratará del “cuento de un héroe que surgió en una tradición, se rebeló contra ella, y finalmente fue silenciado por la autoridad, sino de la historia de la reestructuración de un campo cultural” (1995-a, p. 248).

Mediante la expresión “campo cultural”, Feldhay hace una referencia explícita a Pierre Bourdieu y su teoría de los campos sociales, ejemplificada en “la matemática mixta practicada por sus interlocutores Jesuitas”; y la reestructuración mencionada se refiere a la “construcción de límites mediante los cuales Galileo intentó diferenciar su discurso de otros sistemas de conocimiento en tal campo cultural” (1995-b, p. 121).

Con estos elementos ya podemos apreciar el equilibrio que Feldhay buscará mantener en su obra: por un lado evitar las polarizaciones simplistas mediante el

énfasis en la *estructura dialógica* y por el otro rescatar la identidad innovadora del discurso galileano a partir de modificaciones ocurridas en el *campo cultural* propio de dicho diálogo. Vemos, entonces, lo central que es la noción de discurso para todo el proyecto de Feldhay, como queda explícito en la siguiente declaración:

Mis argumentos son hermenéuticos. Presupongo una noción de discurso – ver Foucault 1972 – como una red de prácticas mediante las cuales los objetos científicos son constituidos, los límites construidos, y establecida la autoridad del hablante. Mi tesis es que la ciencia es básicamente un discurso. Esto no quiere decir que la ciencia sea solamente un discurso. Antes bien significa que la ciencia tiene sus propias estrategias para tratar los objetos naturales, dentro de un espacio discursivo bien definido, y por ciertos hablantes autorizados. La esencia de la ciencia no puede ser definida a priori como aquello que está basado en pruebas y no en persuasión. Sea lo que fuere que la haga *sui generis* debe establecerse, entre otras cosas, mediante una lectura atenta de los textos en los que se dan las teorías científicas, no mediante un criterio presupuesto entre prueba y retórica (1995-b, p. 121).

Aquí ya nos encontramos en el centro de la preocupación del presente trabajo: ¿permiten tales supuestos rescatar los aspectos distintivos de la ciencia galileana o, por el contrario, le imponen constricciones forzadas? ¿Permiten distinguir entre los elementos propios de la persuasión y los probatorios, o de alguna manera reduce toda justificación a la retórica? En todo caso, comparto la afirmación de que el modo de decidirlo sea mediante “una lectura atenta de los textos”.

Tras esta somera descripción de la estructura del análisis de Feldhay, pasemos ahora a sus afirmaciones más puntuales. En primer término, identifica como raíz las transformaciones discursivas llevadas a cabo por Galileo con su “nuevo papel de matemático cortesano” a partir de 1610 (una posición a la que Galileo ya aspiraba desde comienzos de 1609¹). Si bien Feldhay plantea el diálogo entre Galileo y los matemáticos Jesuitas como una cuestión de necesidad mutua – Galileo buscando legitimidad como filósofo matemático fuera del sistema universitario tradicional, y los matemáticos Jesuitas buscando legitimidad para la matemática como campo disciplinar emergente (1995-a, p. 254) –, poco a poco este diálogo conduciría a un progresivo *distanciamiento* entre sus interlocutores. Según Feldhay, una de las razones para ello es que mientras para estos últimos el tono del diálogo debería ser reservado – por su compromiso con la organización Tomista del conocimiento –, por el contrario Galileo pretendería para sí el máximo grado de visibilidad y publicidad. De este modo

¹A diferencia de Mario Biagioli (1993) — quien atribuye la aceptación de las ideas galileanas en gran medida al aumento de *visibilidad* ganado en la Corte Medici —, Feldhay hace una valoración diferente y considera que “los intereses del patronazgo de los Medici no coincidieron con los de la ciencia Galileana, sino que le impusieron constricciones a su desarrollo” (1995a, p. 247).

... emergieron dos discursos diferentes dentro del mismo campo cultural, a través de un diálogo entre un “ego” y un “alter ego”, determinando sus diferencias en una matriz común, y preparando la estructura dentro de la cual el juicio de 1633 pudo convertirse en un hecho (1995-a, p. 254)

Con esto se cierra de modo general el proyecto y la tesis de Feldhay: habiendo identificado una razón para el cambio en las *condiciones del diálogo*, considerará que ha identificado el punto en que surge un *nuevo discurso* (el galileano) sin caer – a su entender – en viejas dicotomías simplistas. A su vez, al partir de concebir la ciencia fundamentalmente como un *discurso*, considerará que allí se encuentra la raíz de la *identidad* de la ciencia galileana. Simultáneamente – y tal vez más importante para sus intereses originales –, al mismo tiempo tendrá la clave de interpretación del evento galileano de mayor impacto cultural, cual es el juicio de 1632 (Recordemos aquí el título de su obra mayor *Galileo and the Church: Political Inquisition or Critical Dialogue?*).

Si nos preguntamos por la *evidencia* aportada por Feldhay para tal interpretación, nos encontramos con que la más significativa es una carta del pintor, arquitecto y poeta Ludovico Cigoli (1554-1613) en la cual se menciona a un grupo de “Clavisti” – discípulos de Clavius – que se burlaban de los recientes descubrimientos telescópicos: el acto mismo de nombrar a los matemáticos Jesuitas como “Clavisti” es significativo para Feldhay como un acto de diferenciación, el signo de una identidad emergente, una posición en formación (1995-a, p. 251).

A ello se le sumará el hecho de que los mismos descubrimientos serán motivo de un distanciamiento mayor:

La aparición de nuevos objetos tales como las manchas de los montes lunares, así como el surgimiento de un matemático de la corte que reclamaba el título de filósofo, cuestionaban la estabilidad del campo cultural creado por los Jesuitas en la última parte del siglo XVI e invitaban a reaccionar² (1995-a, p. 251).

De este modo el momento crucial según Feldhay para el surgimiento de la *ciencia galileana* será aquel en que el diálogo inicial llega a su fin:

Fue durante el primer enfrentamiento entre Galileo y un astrónomo Jesuita que emergieron por primera vez las características de la «nueva ciencia» de Galileo y de la ciencia matemática Jesuítica revisada con las constricciones particulares de cada una. Patrones de la constitución de objetos dentro de un discurso con límites bien definidos, estrategias de inclusión y exclusión, de autorización y reproducción fueron establecidas y en muchos aspectos determinaron sus posibilidades futuras (1995-a, p. 255).

²Lo mismo puede verse dado que éste es el tema central elegido para la presentación abreviada de su tesis en la compilación de Krips, McGuire y Melia.

Es por este motivo que a continuación el análisis de Feldhay se centra en la polémica entre Galileo y Christopher Scheiner (1573-1650) sobre la ubicación de las manchas solares, como un *locus* privilegiado para valorar la ciencia galileana.³ Hago esta aclaración porque un punto central para evaluar los méritos de la tesis de Feldhay consiste en determinar si el análisis de la polémica sobre las manchas solares es representativa de las características de la ciencia galileana *en su conjunto*. Veamos porqué sí es así para Feldhay.

ESTUDIO DE CASO: RIVKA FELDHAY Y LAS MANCHAS SOLARES

El punto central de la polémica entre Galileo y Christopher Scheiner (1573-1650) era si las manchas se encontraban *contiguas* al Sol, indicando su rotación y corruptibilidad, o si eran *estrellas invisibles* que proyectaban su sombra en el momento de eclipsarse. En esta controversia Feldhay ve una diferencia crucial en que, si bien ambos dieron una descripción general del tamaño, velocidad y cambio de forma de las manchas,

Scheiner no profundizó la cuestión. Galileo procedió a medir efectivamente las propiedades de las manchas, y fue capaz de deducir de sus mediciones la ubicación precisa de las manchas en el sol. Sin embargo, este éxito en términos de los métodos tradicionales de la ciencia mixta requirió de las afirmaciones más radicales de Galileo, en particular, que las manchas indicaban la corruptibilidad de la materia celeste, en analogía con la materia terrestre. Así, al profundizar la cuestión de modo radical, la enunciación de las manchas en términos matemáticos condujo a Galileo a examinar el movimiento visible de las manchas en analogía con el movimiento invisible de la tierra, e incluso a especular sobre la condición material de las manchas a través de su manipulación imaginaria. Lo que finalmente constituyó las manchas como un objeto científico no fue la prueba geométrica de su contigüidad con el sol, sino la habilidad para guiar la mirada y el tacto del observador para ver y sentir lo que no es ni observable ni tangible (1995-b, p. 123).

De modo general, Feldhay concluirá que las manchas solares:

proveyeron a Galileo con una oportunidad sobresaliente para justificar el movimiento inobservable de la tierra en términos del movimiento observable del sol, si la analogía entre ambos se pudiese hacer manifiesta a los sentidos cambiando las condiciones de observabilidad y manipulación (1995-b, p. 130).

El nexo entre su reconstrucción histórica y su posición epistemológica estará dado por el paso de lo inobservable al explanandum.

Los epiciclos y excéntricas – los inobservables tradicionales de la astronomía – siempre tuvieron un papel explicativo y nunca el de algo que necesita explicarse. Ubicar un “inobservable” como el explanandum significó que sólo podía legitimarse mediante un observable, y con ello la estructura completa de la astronomía tradicional fue violada (1995-b, p. 130).

De este modo su posición general sobre la legitimación del conocimiento científico – extrapolada a partir de su análisis del proceder de Galileo y tomando a Galileo como caso paradigmático – resaltaré la importancia de las estrategias retóricas para validar la nueva estructura del discurso por parte del individuo:

Con el fin de establecer la autoridad de un intérprete de los fenómenos naturales... Galileo recurrió a muchas estrategias retóricas. Él observó la naturaleza solo y relacionó sus observaciones con la de los demás en primera persona. Creó una imagen de sí mismo como un individuo perseguido y la usó para sugerir su superioridad moral, dado que sostuvo que el individuo no ganaba nada por el hecho de romper con la comunidad (1995-b, p. 141).

En mi opinión las tres conclusiones de Feldhay incluyen mucho más contenido epistemológico del que parece posible extraer del caso analizado. Debemos determinar si – como sostiene Feldhay – las manchas solares proveen a Galileo de una “excelente oportunidad para justificar el movimiento inobservable de la Tierra en términos del movimiento observable de las manchas” (1995a, p. 270), o si el caso de las manchas solares es una oportunidad excelente que encuentra *Feldhay* para ilustrar *su* tesis. Para ello debemos tener en cuenta que: a) Feldhay trata de captar la esencia de la novedad del discurso galileano, b) que ve en las manchas solares un intento de *legitimar un inobservable* (el movimiento terrestre) – y c) que considera tal intento como una violación de la estructura *completa* de la astronomía tradicional.

Para esto es necesario considerar los siguientes tres puntos:

- a) ¿Consideró Galileo *demostrado* de que las manchas se encontraban en la superficie solar?
- b) ¿Utilizó las manchas solares como una demostración del movimiento terrestre?
- c) ¿En qué medida Galileo *manipuló* la estructura del discurso sobre el mundo natural?

Dado que para ser plenamente significativas, las dos últimas preguntas presuponen la respuesta afirmativa de la anterior, una respuesta negativa de la primera tornaría innecesario avanzar con las restantes. De todas maneras, si bien creo que tal es el caso, voy a tratar de dar respuesta a cada uno de los interrogantes planteados.

La disputa sobre las manchas: Debe recordarse que a partir de sus observaciones Scheiner había partido de los dos casos posibles: o el sol rota sobre su eje, o está fijo. Consecuentemente, o las manchas permanecen estacionarias o reaparecen con cada revolución. Luego, razonando de modo indirecto concluyó que, dado que ninguna de ambas cosas se observa, las manchas no pueden pertenecerle al sol. Finalmente, según Scheiner las únicas explicaciones posibles son que sean las sombras producidas por un satélite de la tierra o por un satélite del sol (Drake, 1978, p182).

La polémica de Galileo con Scheiner queda registrada en tres cartas dirigidas a Marcos Velser en 1612. Ya desde la primera carta (4 de mayo de 1612) puede notarse que Galileo se preocupa por destacar los puntos en común: las manchas son reales “y no simples apariencias o ilusiones del ojo o de los cristales” (1895 [1612], p. 95).

A continuación elimina las dos posibilidades establecidas por su adversario: no puede tratarse de satélites del sol porque las manchas van disminuyendo su tamaño (aclarándose) no hacia el centro del sol – como es el caso de la Luna o de Venus –, sino por su lado opuesto (1895 [1612], p. 104). Por otra parte Scheiner había pretendido demostrar que las manchas se producían por astros que se interponían al girar entre la Tierra y el sol, a partir de la variación en la velocidad de las manchas a medida que se aproximan al centro. Contra tal pretensión Galileo destaca que su estrategia padece del siguiente dilema: una órbita alejada de la superficie solar sería [...] imperceptible y nula”, y partir de velocidades significativas supondría una órbita “muy cercana al sol” (1895 [1612], p. 105).

En la segunda (14 de agosto de 1612) carta logra determinar, con la ayuda de recursos geométricos y de diseños meticulosos sobre las posiciones aparentes de las manchas, que tales observaciones impiden afirmar que las manchas sean producidas por algo que esté alejado más de la vigésima parte de la circunferencia del globo solar (1895 [1612], p. 123). Para ello, Galileo había proyectado la posición de dos manchas próximas al centro del sol (*i.e.*, tal que describan el círculo máximo), sobre un plano imaginario (al que podemos equiparar el disco solar para el ojo humano) y considerado el caso de “aquellas que se desplazan sobre el mismo paralelo” (1895 [1612], p. 121) como si girasen a una distancia *mayor* a la vigésima parte del diámetro del sol. Finalmente había descartado la posición proyectada geométricamente por su incompatibilidad con posiciones efectivamente registradas (1895 [1612], p.123).

Sin embargo, dado el carácter particular de las manchas seleccionadas, Galileo se refiere a esta demostración geométrica como un “método práctico”, para aclarar lo que está tratando de decir (1895 [1612], p. 121). En este sentido, el valor de la geometría es instrumental y está en función de una experiencia particular.

De hecho, Scheiner también había utilizado las demostraciones geométricas, pero siempre bajo la aceptación del sistema astronómico ptolemaico y basándose en que el movimiento de las manchas era irregular. Esta discrepancia en las observaciones le permitieron a Galileo (1895 [1612], p. 121) trasladar toda la polémica al terreno de la observación telescópica afirmando que “la diferencia con Apelle [pseudónimo de

Scheiner] reside en que considera que el movimiento de las manchas alrededor del sol son desiguales entre 9 y 16 días y no iguales todas de 14 días y medio”.

Es por este motivo que Galileo había anunciado que podía decidirse la cuestión observando “con qué proporción va creciendo la velocidad de una mancha desde que aparece hasta que se esconde, porque de tal proporción se podrá luego argüir si tal movimiento se da sobre la superficie solar o sobre un círculo separado de ella” (1895 [1612], p. 105).

De las tres cartas, el argumento más fuerte a favor de que las manchas no se encuentran alejadas de la superficie del sol reside en la observación de su movimiento conjunto bajo la hipótesis de la rotación del sol (1895 [1612], pp. 121 y 126). Además de la circunvolución del Sol, Galileo sostiene que tales demostraciones deben suponer su forma esférica, y que deben desconocerse las variaciones individuales de las manchas. Así, si bien puede observarse su movimiento conjunto de modo general, permanece la dificultad del cambio constante en forma y tamaño de las manchas consideradas particularmente. Galileo había admitido en la primera carta la necesidad de postular un medio fluido que acompañe al sol, denominado “ambiente solar” (1895 [1612], p. 106), mientras que en la tercera (1 de diciembre de 1612) es constante el doble juego de su argumentación: si bien la variabilidad de las manchas se explica mejor en tal medio fluido, siempre mantienen su identidad y se mueven en conjunto, lo que sólo “puede tener su fundamento primario [...] en un cuerpo sólido y consistente donde por necesidad uno sólo es el movimiento del todo y de las partes” (1895 [1612], p. 133).

Este argumento se hace realmente fuerte, si se acepta junto a los aristotélicos, la diferencia entre causas primarias y secundarias, y la importancia del cumplimiento del principio de simplicidad. Sin embargo, debe reconocerse que, al estar explícitamente basada en supuestos, no pretende constituir una demostración apodíctica.

b) *Manchas en el sol, movimiento en la tierra*. Si bien de lo anterior ya surge en parte la respuesta a nuestro segundo punto, quisiera completarlo con tres afirmaciones de Galileo. La primera pertenece a la conclusión de la segunda carta donde Galileo observa que puede ser que “el sol transporte a las manchas solares o puede ser que el Sol se encuentre quieto y que las manchas sean transportadas por el ambiente vecino al Sol” (1895 [1612], p. 133).

Es cierto que aquí Galileo establecerá una analogía con las nubes terrestres, pero debe notarse – en sentido contrario a la tesis de Feldhay – que lo hace de un modo completamente compatible con que lo que se muevan sean las nubes y no la Tierra.

La segunda afirmación pertenece a la tercera carta. Galileo agrega allí:

confirmando, lo que pudo agregarse a lo dicho en la segunda carta, que en la propia faz del Sol se ven algunas porciones más claras que el resto, en las cuales, si son observadas diligentemente, se ve el mismo movimiento que las manchas; y que, dado que no es creíble que encontramos sustancia alguna fuera del Sol que sea más

resplandeciente que él, no quedan dudas de que deben estar en su propia superficie (1895 [1612], p. 219).

Esta afirmación de Galileo es efectivamente un poco más fuerte que la anterior con relación a la ubicación de las manchas solares, e involucra – tal como afirma Feldhay – un razonamiento analógico como principio de justificación. Sin embargo, como vemos, ninguno de los dos miembros de la analogía implica un inobservable – ni las manchas solares, ni las manchas más claras –, sino que ambos términos presuponen la observación diligente.

Debe considerarse ahora el *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* (1897) [1632] como su obra cumbre a favor del movimiento terrestre. Aquí debemos prestar especial atención al lugar que Galileo asigna a la discusión sobre las manchas solares. La discusión se encuentra en la tercera jornada, mientras es en la cuarta y última donde se encuentra el argumento de las mareas, el cual es considerado por Galileo como su argumento más fuerte a favor del movimiento terrestre. Al concluir la jornada, Galileo observa, refiriéndose tanto a las manchas solares como a la gran simplicidad introducida por la hipótesis copernicana en la explicación del movimiento retrógrado de los cinco planetas, que:

No le atribuyo ni título de concluyentes, ni de no concluyentes; como dije anteriormente mi intención no es la de definir nada sobre esta grave cuestión, sino sólo proponer aquellas razones naturales y astronómicas que pueden aducirse para una u otra posición (1897) [1632], p. 383).

En esta última observación de Galileo vemos que, independientemente de cómo leamos las Cartas a Marcos Velsar, Galileo no utiliza el argumento de las manchas solares, en sí mismo, como justificación del movimiento terrestre. Por otra parte, ¿por qué si Feldhay está interesada en analizar la estrategia galileana a favor del heliocentrismo, no menciona el argumento de las mareas que se encuentra en la última jornada como cierre de la discusión del movimiento terrestre?

c) *La tesis del individualismo*. Si bien volveré sobre este punto más abajo, en principio parece suficiente el siguiente breve comentario. Si, como traté de mostrar, Galileo no consideró demostrado que las manchas se encontraban sobre la superficie solar – a pesar de esgrimir buenos argumentos al respecto –, no tiene sentido preguntarse sobre cómo manipuló las condiciones de enunciación para lograr dicha demostración.

Por otra parte, este punto ha sido a mi juicio correctamente tratado por Peter Machamer en su comentario al trabajo de Feldhay en la compilación de Krips:

Construir o encontrar modelos permite comprender el funcionamiento físico de un fenómeno dado. Que la mayoría de tales modelos sea manipulable en algún sentido es verdadero, pero Galileo nunca enfatiza la manipulación como algo importante,

excepto en tanto que tales modelos pueden ser contruidos. Pienso que esto también se relaciona con el punto de Feldhay sobre la necesidad de imaginar movimientos en tanto que, lo que es mecánico en este sentido puede ser dibujado o reproducido en un dibujo o manual. Tales cosas pueden ser vistas o hechas por cualquiera, por cualquier individuo (1995b, p. 149).

También me parece de utilidad la siguiente observación de Peter Machamer que permite no confundir el peso de la razón individual frente la autoridad de la tradición con la manipulatividad del discurso por parte del individuo.

Galileo intentó describir las lunas de Júpiter como los productos inevitables de lo que implicaba la práctica astronómica ordinaria; al igual que las manchas solares, ellas se registraron de acuerdo con los procedimientos normales de la ciencia astronómica y fueron tan sólidas como la ciencia matemática pudo hacerlas... En una de las cartas sobre las manchas solares, ridiculizó el basarse en las autoridades al producir conocimiento... “en la ciencia la autoridad de miles de opiniones no es más valiosa que la tenue chispa de razón en un hombre individual (1995b, p. 123).

CONDICIONAMIENTOS HISTORIOGRÁFICOS

Como vimos, el objeto del análisis de Feldhay fue la ciencia Galileana entendida como un discurso. Recordemos que retoma la noción de discurso de Foucault como una “red de prácticas por medio de las cuales se constituyen los objetos, se construyen los límites y se establece la autoridad de hablante” (Feldhay, 1995b, p. 121). Al respecto Feldhay sugiere tres categorías de prácticas: a) la construcción de los límites de la disciplina (para lo cual utiliza la noción de *campo cultural*³; b) la constitución del objeto científico; y c) las técnicas para establecer la autoridad del hablante (1995-b, p. 121).

En mi opinión, es justamente la utilización de tales categorías la que confiere un contenido particular a sus conclusiones sobre la disputa con Scheiner, al igual que explica su omisión del argumento de las mareas. Y ello del siguiente modo:

1. *Campo cultural y ruptura del discurso*: Con relación a la primera categoría, y dado que para definir la estrategia para tratar los objetos naturales debe definir primero el “espacio discursivo” (1995-b, p. 121), Feldhay utiliza los estudios que marcan la continuidad entre la astronomía Jesuítica basada en la tradición de la ciencia mixta (a lo cual adhiero), considerada como un *campo cultural*. Pero, para señalar la novedad del discurso galileano, Feldhay está obligada a encontrar una violación de la estructura del discurso de la astronomía tradicional, lo cual cree identificar en la

³Según el desarrollo de Pierre Bourdieu fundamentalmente en *Distinction. A Social Critique of the Judgement of Taste* (1984) y *The Field of Cultural Production. Essays on Art and Literature* (1993).

polémica con Scheiner donde se habría pasado de explicar observables (órbitas celestes) con inobservables (epiciclos – deferentes) a justificar inobservables (movimiento de la tierra) con observables (manchas solares) (cfr. sec. 2). Y es el intento de justificar esta tesis lo que la conduce a forzar el razonamiento analógico de Galileo – como si tuviese intenciones justificacionistas en contra de las afirmaciones explícitas de Galileo en sentido contrario – identificando erróneamente el movimiento terrestre, entendido como un inobservable, como uno de los extremos de la analogía.

2. *Constructivismo*: Dado que la polémica justamente cuestiona el status ontológico de las manchas observadas, y que a su entender el hecho de que las manchas sean propias del sol surge de una nueva *estructura discursiva* organizada a partir del supuesto del movimiento terrestre, la segunda categoría conducirá a Feldhay a ver en las manchas solares un “objeto construido”.

Sin embargo, como hemos visto, ni el movimiento de la Tierra, ni el del Sol es supuesto por Galileo, y sus conclusiones son extraídas a partir de observaciones y de la afirmación de que “no existe nada más resplandeciente que el Sol” (1895 [1612], p. 97). Feldhay podría hacer notar que Galileo no proporciona una justificación para esta afirmación, pero no es ésta la afirmación que Feldhay discute.

Finalmente, Feldhay debe tratar de identificar por la tercera categoría, cuáles fueron las técnicas por las cuales Galileo estableció la autoridad de su propio discurso. Con ello se refiere a la manera en que el discurso fue *manipulado* para ganar plausibilidad. La manipulación habría consistido en “cambiar las condiciones de observabilidad centrándose, no en las demostraciones geométricas – las cuales estaban perfectamente a tono con las ciencias mixtas –, sino en las analogías entre el movimiento del sol y el de la tierra” (1995-b p. 120 y. 1995-a p. 256).

Al respecto debe notarse no sólo que es curioso el modo en que Feldhay deja de lado lo que es central en el debate entre Galileo y Scheiner – *i.e.*, las conclusiones basadas en las demostraciones geométricas –, sino – como ya vimos – que de modo general el argumento basado en las manchas solares no fue utilizado de modo probatorio, por lo que las condiciones de observabilidad, en función de lo que se considera *empíricamente aceptado*, no habrían variado en absoluto. Dicho de otra manera, y como queda reiteradamente manifiesto en la Tercera Jornada, la extrapolación entre lo celeste y lo terrestre no puede llevarnos a afirmaciones concluyentes.

PROBLEMA Y SOLUCIÓN: MANIPULATIVIDAD E INDIVIDUALISMO

Hasta aquí he delineado cómo el concepto de ciencia utilizado por Feldhay, así como sus categorías de análisis, son responsables no sólo del estilo de las conclusiones extraídas, sino también de su contenido. Queda por señalar la relación de tales conclusiones con el problema a cuya dilucidación esperan contribuir.

Desde el comienzo, Feldhay señala la necesidad de rescatar las críticas al positivismo realizadas por Quine, Feyerabend, y Kuhn, pero su interés consiste en tratar de superar la dicotomía entre persuasión-demostración y entre ciencia-retórica (1995-a, p. 6). Este es el problema que motiva su intención de identificar las estrategias retóricas, entendidas como *manipulación* del discurso, que permitieron el avance de la nueva ciencia propuesta por Galileo.

En tal sentido, Feldhay concluye que las alteraciones a la estructura discursiva llevada a cabo por Galileo fueron posibles gracias a que Galileo "... observó la naturaleza aisladamente relacionando sus propias observaciones con las de los demás en primera persona" (1995-b, p. 141).

De este modo, habría "... creado una imagen de sí mismo como la de un individuo perseguido, y usado tal imagen para sugerir su superioridad moral" (1995-b, p. 141).

Aquí es necesario prestar atención al énfasis puesto por Feldhay entre individualismo y retórica. El aspecto histórico de su tesis es que Galileo *manipuló* el alcance de la evidencia astronómica con el fin de justificar el movimiento de la Tierra. El aspecto epistemológico de su tesis consiste en que este movimiento retórico de Galileo es característico de la ciencia en su conjunto. Finalmente, el aspecto historiográfico consiste en que puede darse cuenta de la revolución astronómica de Galileo en términos de la violación de las reglas de un discurso (o *espacio discursivo*). Mi sugerencia es que tal vez la relación corra en sentido inverso; es decir, que tal vez la propia convicción de Feldhay en que la retórica es un componente característico de la ciencia y su concepción de la ciencia como un discurso, la guíen en su esfuerzo por identificar una *ruptura discursiva* en el proceder de Galileo. Es en este sentido que, si nos preguntamos cuál es el papel que juega su observación sobre el individualismo de Galileo (al decir que "observó la naturaleza solo y relacionó sus observaciones con la de los demás en primera persona"), en mi opinión encontramos la respuesta en su esfuerzo por establecer la relación clásica entre retórica y *pathos*.

Por otro lado puede observarse que el individualismo que para sus fines aquí le conviene descatar es el mismo que en su obra mayor pretendió evitar (al decir que no tratará de contar la historia "de un héroe que surgió en una tradición, se rebeló contra ella, y finalmente fue silenciado por la autoridad, sino la historia de la reestructuración de un campo cultural" – ver supra).

Finalmente adhiero nuevamente al comentario de Peter Machamer al observar que si bien Galileo fue de los primeros (dejando de lado los alquimistas) que insistieron en que el conocimiento se obtenía mediante la interacción con la naturaleza, mediante la observación y la razón, lo hizo sin desarrollar una teoría epistemológica individualista; y que toda manipulación propuesta en cuanto a imaginar analogías y proponer modelos era algo que podía ser realizado por cualquiera, i.e. por todo individuo (1995, p. 148-150).

CONCLUSIÓN

Con lo dicho espero haber podido aclarar las razones que llevaron a Rivka Feldhay a pasar por alto referencias textuales relevantes para el estudio de caso realizado, estableciendo vínculos entre los elementos propios de su perspectiva de análisis y las conclusiones extraídas del mismo sobre la relación entre ciencia y retórica.

En tal sentido, si bien Feldhay es explícita sobre la necesidad de «no partir de una distinción a priori entre ciencia y retórica, sino de una lectura detallada de los textos donde se encuentran las teorías científicas» (1995-b, p. 121), parece haber buenas razones para sospechar que sus conclusiones se ven seriamente traicionadas por su propia posición historiográfica.

Por mi parte creo que lo central de la relación entre el argumento de las manchas solares con el movimientos terrestre está dado en que no hay intención por parte de Galileo de utilizarlo como prueba concluyente según lo ya mencionado. Si esto es así no puede verse en la suposición del movimiento de la Tierra una diferencia estructural con el discurso Jesuita y, consiguientemente no se ve la necesidad de realizar ningún tipo de *manipulación* en el sentido de Feldhay. Por el contrario, esto mismo es un claro indicio de que las reglas del debate que impiden la obtención de conocimiento concluyente sin inspección directa – como es el caso de las manchas solares –, fueron respetadas no sólo por Scheiner, sino también por Galileo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIAGIOLI, Mario. *Galileo Courtier: the practice of science in the culture of absolutism*. Chicago: The University of Chicago Press, 1993.
- DRAKE, Stillman. *Galileo at work: his scientific biography*. Chicago: University of Chicago Press, 1978.
- FELDHAY, Rivka. *Galileo and the Church: Political Inquisition or Critical Dialogue?* Cambridge: Cambridge University Press, 1995a.
- . Producing sunspots on an iron pan: Galileo's scientific discourse. In: KRIPS, Henry; MCGUIRE, J. E.; MELIA, Trevor. *Science, Reason, and Rhetoric*. Pittsburg: University of Pittsburg Press, 1995b.
- . The use and abuse of mathematical entities: Galileo and the Jesuits revisited. In: MACHAMER, Peter. *The Cambridge Companion to Galileo*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.
- GALILEI, Galileo. *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari e loro accidenti: comprese in tre lettere scritte a Marco Velséri*. In: Antonio Favaro *Le Opere de Galileo Galilei*. Edizione Nazionale, Volume V. Firenze: G. Barbèra, 1895 [1612].
- . *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*. In: *Le Opere de Galileo Galilei*, Edizione Nazionale, Volume V. Firenze: G. Barbèra, 1897 [1632].
- MACHAMER, Peter. Comment: a new way of seeing Galileo's sunspots and a new ways to talk too. In: Krips, Henry; McGuire, J. E.; Melia, Trevor *Science, Reason, and Rhetoric*, Pittsburg: University of Pittsburg Press, 1995b.

KARL MANNHEIM E OS PROBLEMAS EPISTEMOLÓGICOS DA SOCIOLOGIA DO CONHECIMENTO: É POSSÍVEL UMA SOLUÇÃO CONSTRUTIVISTA?

*Léo Rodrigues Júnior**

RESUMO

A Sociologia do Conhecimento, formulada por Karl Mannheim, esbarrou em uma problemática epistemológica levantada pelo Positivismo Lógico, com a introdução dos conceitos “contexto da descoberta” e “contexto da justificação”. A partir das teses de Thomas Kuhn, a Sociologia do Conhecimento, renovando o fôlego, volta-se também para a investigação do conhecimento científico, formulando alternativas teórico-epistemológicas no âmbito do estudo construtivista do conhecimento.

Palavras-chave: Sociologia do Conhecimento, Sociologia da Ciência, Sociologia do Conhecimento Científico, Epistemologia, Construtivismo.

KARL MANNHEIM THE EPISTEMOLOGICAL PROBLEM OF THE SOCIOLOGY OF KNOWLEDGE: IS IT POSSIBLE A CONSTRUCTIVIST SOLUTION?

The Sociology of Knowledge, formulated by Karl Mannheim, dashed in a epistemological problem raised up by Logical Positivism, with the introduction of the concepts “ways of discovery and ways of validation”. Starting from Thomas Kuhn’s theses the Sociology of Knowledge, not only try to solve its epistemological problem but also included in its investigation program the scientific knowledge, through formulating theoretical and epistemological alternatives in the ambit of the constructivist studies of the knowledge.

Key words: Sociology of Knowledge, Sociology of Science, Sociology of Scientific Knowledge, Epistemology, constructivism.

*Professor do Departamento de Ciências Sociais da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e Doutorando em Sociologia na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. *E-mail:* leopeix@terra.com.br

O PROBLEMA EPISTEMOLÓGICO CLÁSSICO DA SOCIOLOGIA DO CONHECIMENTO

Podemos considerar que a Sociologia do Conhecimento tem por objetivo identificar, conhecer, explicar e validar os nexos existentes entre as “condições sociais”, posicionadas historicamente, e as produções culturais de atores individuais e coletivos oriundas da interação de conteúdos cognitivos desses atores com a própria *realidade* coletiva (tipos de instituição, crenças, doutrinas, *racionalidades* sociais). Neste sentido, estaríamos diante da categoria conceitual denominada “interatividade” ou, como preferem correntes pós-estruturalistas, *reflexividade* do conhecimento, ou seja, o conhecimento do conhecimento. É desta forma que a Sociologia do Conhecimento tem sido legitimada como ramo da própria Sociologia. Nas palavras de Lamo de Espinosa e colaboradores,

a singularidade da Sociologia do Conhecimento deriva do fato de que toma por objeto todo o conhecimento tornando-se um conhecimento do conhecimento, um conhecimento reflexivo [...]. Deste modo, a reflexividade é a operação que permite por em descoberto o sujeito do conhecimento, tematizando-o como parte, como parte ativa, do ato de conhecer (1994, p. 48).¹

A partir dessa perspectiva conceitual, torna-se necessária a definição do estatuto teórico da própria Sociologia do Conhecimento em relação à Epistemologia. Essa antiga questão, atinente à teoria do conhecimento, destaca, por um lado, o problema da gênese social do conhecimento e, por outro lado, o problema da validade científica desse conhecimento. Se o conhecimento, como afirma a Sociologia do Conhecimento, tem a sua gênese a partir de nexos existentes entre as condições sociais, posicionadas historicamente, e as produções culturais de atores individuais e coletivos, então, devemos admitir que diferentes “contextos sociais”² gerariam diferentes conhecimentos e, conseqüentemente, que tais conhecimentos somente teriam sua validade assegurada em determinadas condições sociais. Isso nos levaria a conceber a existência de conhecimentos apenas particularizados, atomizados, e a considerar que todo o conhecimento estaria inevitavelmente vinculado a uma “forma social”, impossibilitando a construção de uma verdade única.

¹Todas as citações de bibliografias estrangeiras foram traduzidas para a exclusiva utilização neste trabalho.

²Estamos utilizando o conceito “contexto social” no mesmo sentido em que fora utilizado, de forma mais ampliada, o conceito “quadro social”, por Gurvitch (1969[1966]) ou, de forma mais específica, como fora utilizado o conceito “conformação social” e “situação social” por Mannheim (1982 [1960]); ou ainda, no mesmo sentido em que fora utilizado o conceito “formas sociais” por Lamo de Espinosa e colaboradores (1994); e também no mesmo sentido em que fora utilizado o conceito de “condições sociais”, por Crespi e Fornari (2000).

Em decorrência da própria definição da Sociologia do Conhecimento é possível questionar a sobreposição, o eclipse, entre a Sociologia do Conhecimento e a Epistemologia, quanto a quem cabe a autoridade de estabelecer o estatuto de *verdade* e de *objetividade* do conhecimento científico. Acontece que Filosofia e a Epistemologia – essa última, tradicionalmente vista como uma subdisciplina da primeira – têm sido legitimadas a tratar da validade e da objetividade do conhecimento, explicando, muitas vezes, a própria gênese do conhecimento. O rechaço à Sociologia do Conhecimento, por muitos epistemólogos e filósofos da ciência, tem a sua origem justamente nessa problemática; qual seja: se o conhecimento tem a sua gênese em determinadas condições da realidade coletiva, então a Sociologia do Conhecimento – e, no limite, somente ela – estaria autorizada a estabelecer os critérios de validade do conhecimento para a determinação do que é conhecimento verdadeiro ou falso, pois tais conhecimentos estariam inextricavelmente vinculados à(s) lógica(s) temporal, circunstancial, local e cultural dos diferentes contextos sociais. O problema da validade de tal argumento é o de ter que admitir, corolariamente, a possibilidade de a Sociologia do Conhecimento impor-se como uma epistemologia realista e empírica. A esse respeito, Lamo de Espinosa e colaboradores afirmam que:

A ortodoxia acadêmica neopositivista do Círculo de Viena solucionou este problema distinguindo – com Hans Reichenbach – o contexto social da descoberta do conhecimento e o contexto de sua justificação, ou seja, distinguindo entre a gênese dos conhecimentos e a sua validade. Com isso se tratava de assinalar que mesmo que os conhecimentos possam emergir de formas sociais concretas, sua validade teórica como conhecimento verdadeiro (ou falso) deve ficar à margem das análises sociais, pois diz respeito a argumentos abstratos lógico-experimentais, cuja elaboração cabe à Epistemologia ou à Filosofia da Ciência. A análise social da gênese nada poderia dizer sobre a validade dos conhecimentos (Lamo de Espinosa e colaboradores 1994, p. 128).

Se as formas sociais ou realidades coletivas são distintas umas das outras, resultando na produção particularizada de conhecimentos – como afirmou Mannheim: “o que dentro de um dado grupo se aceita como absoluto aparece, a quem está fora, como condicionado pela situação do grupo e é reconhecido como parcial” (1982 [1960], p. 302) –, então de fato estão colocados em relevo dois problemas fundamentais para a Sociologia do Conhecimento atinentes ao âmbito de uma teoria do conhecimento, quais sejam: a gênese social do conhecimento e a validade (científica) do mesmo. Grande parte do debate acerca da Sociologia do Conhecimento de Mannheim girou em torno do argumento de que ela – para adquirir o *status* de ciência como um ramo da própria Sociologia – deveria abandonar definitivamente toda a pretensão de falar acerca da validade (científica)

dos conhecimentos, restringindo-se tão somente ao estudo da gênese social dos mesmos.³

Mannheim (1982) não se posicionou com suficiente clareza quanto à autoridade da Sociologia do Conhecimento em promulgar a validade científica do conhecimento dada a sua gênese social. Embora tenha apontado, em diferentes momentos, para o fato de que “era possível apresentar a Sociologia do Conhecimento como uma teoria empírica das relações efetivas do conhecimento com a situação social, sem levantar quaisquer problemas epistemológicos...” (1982, p.306), ele apresentou-se extremamente vacilante em sustentar teoricamente a importância da gênese social do conhecimento para a validade científica do mesmo; tampouco apontou para a possibilidade da Sociologia do Conhecimento interferir na construção de critério de validade do conhecimento científico; isso fica claro quando acrescenta:

Partindo de tal assunção [anterior], todos os problemas epistemológicos foram evitados ou colocados num segundo plano. É possível tal reserva de nossa parte e é mesmo desejável tal isolamento de um conjunto de problemas, na medida em que nosso objetivo seja somente o de uma análise desinteressada de determinadas relações concretas, sem distorções oriundas de preconceitos teóricos (Mannheim, 1982, p. 306-307).

As “distorções oriundas de preconceitos teóricos” às quais se referia Mannheim refletiam a hegemonia teórica da Epistemologia de tendência analítica, exacerbada com a ascensão do Positivismo Lógico,⁴ cuja postura epistemológica era a de que o significado de toda a proposição era determinado pelos dados (*das gegebene*), pela possibilidade única de verificação. Nesse contexto de rivalidade entre, de um lado, a Sociologia do Conhecimento e, de outro, a Filosofia da Ciência e a Epistemologia – disciplinas estas que, em nossa opinião, aceitaram as bases tanto do Positivismo Clássico como do Positivismo Lógico em detrimento de uma Epistemologia de orientação histórica – foi que a Sociologia do Conhecimento despontou.

Reportando-se sucintamente ao cenário intelectual europeu, antecedente à Sociologia do Conhecimento, é possível constatar que logo após a primeira metade

³Tal argumento desencadeou um amplo debate na Alemanha por ocasião da publicação de “Ideologia e Utopia”, em 1929 e, posteriormente, nos Estados Unidos, em 1936, quando da edição inglesa. Sobre este debate ver: Merton (1964), Berger e Luckmann (1999) [1966].

⁴O Positivismo Lógico situou-se em torno de três grandes tópicos doutrinários: o princípio da verificação e o abandono à metafísica, o reducionismo filosófico e a ênfase dada à estrutura da linguagem. Schlick e Wittgenstein afirmavam que o significado de uma proposição consistia no método de sua verificação, ou seja, tudo aquilo que não pudesse ser verificado mediante a observação sensorial prescindia de significado. Os positivistas lógicos – em especial Carnap (1962) – afirmavam que muitos problemas disputados dentro da Filosofia eram problemas que repousavam sobre uma falta de sentido primitivo do problema. Em outras palavras, que todos os problemas filosóficos eram resultados de equívocos sintáticos. Uma vez solucionados estes equívocos, tais problemas desapareceriam, ou então, seriam insolúveis pela via da razão.

do século XIX, forças e tradições intelectuais distintas estavam em confluência. Embora ainda não estivesse configurado o cenário de crise no qual se dará a passagem do século XIX para o século XX – cenário fértil ao desenvolvimento da Sociologia do Conhecimento –, importantes confrontos de idéias já se apresentam pré-configuradas. Concomitantemente, nesse momento, confluíram tanto o Positivismo Clássico, como o *leitmotiv* do Iluminismo enquanto Projeto de Modernidade; o materialismo dialético trazido pela esquerda hegeliana e que já teria dado suporte a algumas das principais teses de Marx; a crise da filosofia hegeliana, devido um conjunto de fatores tais como a ascensão da ciência natural com avanços principalmente na Física e na Biologia, a filosofia de Schopenhauer; e, no plano sócio-político, o bismarkismo. Tudo isso propiciou um retorno a Kant em detrimento de Hegel, na esperança de usar a filosofia kantiana com os propósitos de voltar a unir ciência e filosofia e de retornar a uma estética universalista.

É nessa paisagem intelectual que a força das transformações iluministas à Velha Ordem também venceu o historicismo conservador e a *intelligentsia* romântica que o sustentava. Próximo ao final do século XIX o historicismo conservador começa a se transformar em um historicismo relativista, principalmente com os últimos trabalhos de historiadores da Velha Escola, como Droysen. No final do século XIX, o historicismo neokantiano (Rickert) poderia utilizar-se tanto de uma perspectiva metodológica nomotética (a busca de leis regulares e estáveis) como da ideografia (descrição de fenômenos singulares), mas foi com o historicismo filosófico de Wilhelm Dilthey (1966) que, de fato, foram abertas as portas para um historicismo hermenêutico. Dilthey, de certa forma, retoma o projeto de desenvolvimento de uma hermenêutica geral de Schleiermacher. Para Löwy, “o historicismo tende, portanto, a se definir e a se transformar em um questionamento de todas as instituições sociais e formas de pensamento como historicamente relativas. Ele deixa de ser conservador e passa a ser *relativista* [grifos do autor]” (Löwy, 1994, p. 70).

Karl Mannheim, mesmo tendo sido influenciado profundamente pelo historicismo de Dilthey, não se contrapôs, com o vigor necessário, à Epistemologia de orientação Analítica;⁵ de outro lado, a Sociologia do Conhecimento era acusada de aspirar a tornar-se uma meta-sociologia, ou seja, uma teoria sociológica de todo o conhecimento e, conseqüentemente, ter seu objeto coincidido com o objeto da Epistemologia ou da própria Filosofia da Ciência. O conhecimento das características do pensamento de um grupo, dentro de uma determinada posição social, não garantiria *per se* a dedução da veracidade ou da falsidade das afirmações deste grupo. Portanto,

⁵Também chamada de “teoria analítica da ciência” ou “filosofia analítica da ciência”, predominou, não obstante a ascensão do historicismo de orientação relativista, até meados do século XX, cujo apogeu foi o *Círculo de Viena*. Foi no final da década de 1950, com trabalhos de autores tais como Norwood R. Hanson, Stephen Toulmin, Thomas Kuhn, Paul Feyerabend, principalmente, que se desenvolveu a chamada “nova filosofia da ciência” ou “epistemologia de tendência analítica”, Bombassaro (1997).

para seus críticos, a Sociologia do Conhecimento carecia de uma base epistemológica no sentido estrito do critério (universal) de verdade.

Desse modo, a Sociologia do Conhecimento restringiu-se ao estudo do conhecimento no “contexto da descoberta”, aceitando a perspectiva positivista e neopositivista, do critério de validez do conhecimento: “a Sociologia podia ensinar muito sobre como se produzem os descobrimentos, porém o ‘corpus’ da ciência adquire validez mais além, à margem de toda a determinação existencial” (Lamo de Espinosa e colaboradores 1994, p. 111). De fato, como tem mostrado a sua história, a Sociologia do Conhecimento desenvolveu-se em torno da problemática posta pelas ciências sociais, deixando de lado a possibilidade de uma sociologia do conhecimento que transcendesse o conhecimento social e fosse em direção ao conhecimento científico como um todo.

A Sociologia do Conhecimento, durante toda a primeira metade do século XX, incluindo os anos 60, permaneceu com as seguintes características: a) reconhecia a existência de conhecimentos particulares, oriundo de diferentes contextos sociais, cuja gênese poderia e deveria ser analisada por ela; b) tinha o importante papel de distinguir conhecimentos ideológicos (valor) daqueles que, após alguma depuração metódica, poderiam ser considerados como científicos; c) diferenciava-se da Epistemologia e da Filosofia da Ciência, pois não tinha a pretensão de estabelecer critérios de validação (contexto da justificação) para o conhecimento científico.

UM NOVO FÔLEGEO AO PROBLEMA EPISTEMOLÓGICO CLÁSSICO DA SOCIOLOGIA DO CONHECIMENTO

Merton (1968) e, posteriormente, Mulkay (1980) ao analisarem os trabalhos de Marx, Durkheim e Mannheim, com o objetivo de fazer uma “arqueologia” da Sociologia do Conhecimento, no que se refere principalmente às suas posturas epistemológicas com relação às ciências naturais, constataram que esses três autores – cada um a seu modo e em sua época – alinhavam-se à perspectiva de que o conhecimento desenvolvido nas ciências naturais estaria livre de qualquer determinação social. O próprio Merton (1968), defensor e precursor de uma Sociologia da Ciência – escola, por ele fundada, e cujos trabalhos desenvolvidos iniciaram-se ainda na década de 30, também foi conhecida, posteriormente por Escola de Colúmbia –, não conseguiu ir além de uma perspectiva institucional em sua Sociologia da Ciência, permanecendo no âmbito do estudo da ciência como instituição social, ou seja, numa visão externalista da mesma. A ciência, entendida por esse sociólogo como ciência natural, possuía explicações que deveriam ser buscadas na natureza, através da identificação de leis universais, por meio da inferência lógica. Sua Sociologia da Ciência tinha por objetivo identificar e explicar as condições sociais, políticas e culturais em que a ciência, possuidora de um valor autônomo em si, e como instituição social, tinha maiores ou menores possibilidades de se desenvolver em sociedades mais favoráveis ou menos

favoráveis para tal. No centro da Sociologia da Ciência mertoniana encontra-se, ainda, uma concepção essencialista de ciência.

A Escola Mertoniana apesar de ter permanecido afastada dos polêmicos debates epistemológicos atinentes às questões “internalistas” da ciência, defendendo uma explicação normativa da mesma, baseada em valores morais, dentro de uma perspectiva funcionalista clássica, teve o mérito de detalhar a estrutura social da ciência, dando uma maior ênfase a normas e a valores vinculados à estrutura social do fazer científico. Esse pioneirismo mertoniano estabeleceu e demarcou o campo da Sociologia da Ciência, tornando-se uma referência praticamente exclusiva até 1970.

A hegemonia funcionalista clássica da Sociologia da Ciência, em que o *ethos* científico, característico da sociedade ocidental,⁶ garantia o desenvolvimento da ciência como instituição social, começou a ser rompida a partir da publicação, em 1962, do livro de Thomas Kuhn, *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Essa obra foi paradigmática no sentido de que mudou toda a agenda de discussões não apenas da Sociologia da Ciência, como também da esquecida Sociologia do Conhecimento. O fato de Kuhn (1996)[1962] ter demonstrado, através de contundentes argumentos e inúmeros exemplos da própria história da Física, a forte relação existente entre a estrutura social científica e a estrutura cognitiva reacendeu antigas questões epistemológicas, já indicadas por Mannheim (1982) e criticadas por inúmeros teóricos desde o surgimento de *Ideologia e Utopia*, tanto na Alemanha (1929) como nos Estados Unidos (1936). Nas palavras de Lamo de Espinosa e colaboradores, o trabalho de Kuhn

foi um dos marcos mais importantes e desde logo o detonador mais direto que desencadeou a reorientação dos objetivos abordados pela Sociologia da Ciência. A repercussão de sua obra influenciou de forma notável a mudança de problemática daqueles sociólogos (Merton e sua escola principalmente) ocupados com a ciência como instituição social (1994, p. 515).

⁶*Science, Technology and Society in Seventeenth-century in England*, sua tese de doutorado, concluída em 1938, foi uma de suas primeiras obras dedicadas ao estudo social da ciência. O tema explorava o surgimento da ciência moderna nas sociedades ocidentais, tendo por origem a revolução científica inglesa do século XVII e o contexto em que tal desenvolvimento surgiu. Para Merton, a maneira como interatuam ciência e sociedade varia segundo as distintas situações históricas; sustentava ele que a natureza e o grau desses intercâmbios são diferentes quando consideradas as diversas sociedades. Em *O Puritanismo, Pietismo e Ciência* (1970), buscou destacar os fundamentos de ordem social que dão o caráter institucional da ciência. Merton declara que a tese principal desse trabalho era o de salientar que a “ética puritana, como expressão típica ideal das atitudes para com os valores fundamentais do protestantismo ascético em geral, canalizou os interesses dos ingleses do século XVII de maneira a constituírem um elemento importante no cultivo da ciência” (1970, p. 675). Ele afirmava que determinados elementos da ética protestante tinham “contaminado”, perpassado a conduta científica conferindo-lhe marcas peculiares ao trabalho dos cientistas.

O estopim aceso por Kuhn, capaz de reinflamar um debate epistemológico que parecia extinto – ou pelo menos apaziguado – há algum tempo, recolocava não apenas a Sociologia da Ciência, mas também a Sociologia do Conhecimento novamente na ordem do dia. Seus argumentos pareciam responder a uma questão epistemológica fundamental, já presente nos escritos de Mannheim, que envolvia, como já vimos, o estatuto teórico da própria Sociologia do Conhecimento. Se a discussão central clássica – o estatuto teórico, a validade da Sociologia do Conhecimento e a sua congruência (quanto ao objeto) com a própria Epistemologia – destacava aspectos da gênese social do conhecimento de um lado e, de outro, a questão da validade teórica do conhecimento pela Sociologia do Conhecimento, o conceito inovador, paradigma, desenvolvido por Kuhn, parecia resolver ou, pelo menos, dar um novo fôlego ao debate.⁷ Ora, se a comunidade científica, como defendia Kuhn, de tempos em tempos adota (e compartilha) um conjunto de “crenças, valores, técnicas, etc.” que se constituem em um paradigma (ou programa) para validação e aceitação do conhecimento científico, e se esse conjunto de “crenças, valores, técnicas, etc.” (Kuhn, 1996) provém da própria comunidade científica, sendo esta, por óbvio, um grupo social, então a adoção de um determinado paradigma em detrimento de outro não significa uma mera contaminação de conteúdos do contexto social no estabelecimento da validade do conhecimento científico. Nesse caso, a natureza, o tipo de conteúdo acordado, aceito, compartilhado, oriundo do contexto social constituiu-se num epifenômeno da validade do conhecimento. Inegavelmente a mais importante (e polêmica) contribuição de Kuhn, talvez tenha sido o fato de legitimar a relevância de conteúdo social (crenças, valores, consensos) – não apenas como mero coadjuvante tolerado pela Filosofia da Ciência de caráter cognitivo –, em muitos casos, como fator essencial, fundamental para a validade de muitas das “descobertas” da ciência.

Indubitavelmente, foi a partir da obra de Kuhn que argumentos de natureza sociológica passaram a desconstituir o estrutural-funcionalismo mertoniano, em termos de orientação predominante nos estudos sociais da ciência. Lamo de Espinosa e colaboradores argumentam que

a princípio dos anos setenta foi gerado um movimento, provocado em sua origem por Kuhn, porém ampliado e sustentado pela crise do programa estrutural-funcionalista e pelo auge das tradições fenomenológicas na teoria sociológica, gerando uma completa metamorfose em boa parte da Sociologia da Ciência a partir desse momento. Essa especialidade, que até então tinha se ocupado com o problema

⁷O conceito kuhniano de paradigma foi alvo de muitas críticas, dado a sua pluralidade de significados; por esse motivo, no posfácio da edição japonesa, de 1969, Kuhn buscou esclarecer os principais significados utilizados para o termo, afirmando que um deles indicava “toda a constelação de crenças, valores, técnicas, etc., partilhadas pelos membros de uma comunidade determinada [cujo] sentido do termo chamaremos de sociológico” (Kuhn, 1996, p. 218). A esse respeito ver: Kuhn, 1996, p. 217-236.

da ciência como instituição, começa a agir em torno da ciência como ação, e ao redor dos processos de estruturação do conjunto das relações sociais científicas, incluindo as que se desenvolvem na geração e validação dos produtos científicos (1994, p. 519).

É a partir da década de setenta que a Sociologia do Conhecimento é retomada no cenário acadêmico, apresentando significativos avanços e contribuições de diferentes correntes,⁸ após ter ficado algum tempo obliterada pela Sociologia da Ciência. A dimensão sociológica funcional-estruturalista da ciência proposta por Merton colapsou a partir da obra de Kuhn, justamente por abster-se de adentrar no campo minado da Epistemologia, aceitando o fato de que a Sociologia do Conhecimento nada poderia dizer a respeito da validação do conhecimento científico. A Sociologia da Ciência mertoniana preferiu desviar-se criticamente do fio condutor teórico desenvolvido (de forma vacilante) por Mannheim, e propor uma sociologia da ciência que se ocupasse da “interdependência dinâmica entre a ciência, como atividade social em movimento que faz nascer produtos culturais e de civilização, e a estrutura social que a envolve” (Merton, 1968, p. 631). Com a crise da Sociologia da Ciência mertoniana, a Sociologia do Conhecimento foi retomada desde os principais argumentos levantados por Mannheim. Dessa vez, com a possibilidade de um enfrentamento mais robusto às questões epistemológicas o qual Mannheim não teve condições de fazer.

A partir das teses de Kuhn, a Sociologia do Conhecimento, a Sociologia da Ciência e diferentes correntes teóricas oriundas das ciências sociais passam a ser etiquetadas sob uma mesma denominação mais ampla, renovada e, por que não dizer, mais arrojada: a Sociologia do Conhecimento Científico. Foram vários os estudos sociais da ciência, sob esta nova designação,⁹ que passaram a abarcar não apenas as preocupações epistemológicas da Sociologia do Conhecimento mannheimiana, como também a possibilidade de ter como objeto legítimo de seu conhecimento o conhecimento científico, desta vez, porém, tanto no que se refere à gênese do conhecimento, como à validade do conhecimento científico. A Sociologia do Conhecimento Científico passou, então, a estudar, por um lado, os aspectos estruturais que compreendem as mútuas influências entre fatores sociais e cognitivos, no âmbito das organizações científicas e, por outro lado, questões estritamente atinentes à gênese e à validação do conhecimento científico.

Uma das primeiras correntes da Sociologia do Conhecimento Científico foi o chamado Programa Forte da Sociologia do Conhecimento Científico. Essa corrente, em sua construção teórica, principalmente no que se refere aos aspectos

⁸A este respeito ver: Knorr-Cetina e Mulkay (1983); Mulkay (1991).

⁹Ver: Barnes, B. 1977; Bloor, D. 1976, 1984; Chubin, D. e Restivo, S. 1983; Collins, H., 1983; Lamo de Espinosa, E., García, J. e Albero, C., 1994; Knorr-Cetina, 1981; Knorr-Cetina e Mulkay, M. 1983; Latour, B. 2000; Latour e Woolgar, S., 1986; Lynch, M., Livingston, E. e Garfinkel, 1983; Mulkay, M. 1991; Woolgar, S., 1983.

epistemológicos, incorpora elementos da Filosofia (Segundo Wittgenstein), da História da Ciência (retomando as discussões sobre os conceitos “contextos da descoberta” e “contexto da justificação”) e da Sociologia, trabalhando questões conceituais presente nas obras de Durkheim, Mannheim e Znaniecki. A Escola de Edimburgo, como também foi denominado o conjunto de idéias que caracterizam o Programa Forte, surge no início dos anos 70, de forma interdisciplinar, por ter pertencido primordialmente ao departamento de estudos interdisciplinares da Universidade de Edimburgo e que agrupava pesquisadores de diferentes orientações nas ciências sociais, sobretudo no que se refere a conteúdos epistemológicos e filosóficos da ciência.

A principal preocupação do Programa Forte, quanto ao conteúdo programático a ser investigado por essa corrente, foi com relação à produção do conhecimento científico, colocando-se irredutivelmente contra a cisão realizada pelos conceitos “contexto da descoberta” e “contexto da justificação” ou, gênese e validade do conhecimento, formulados pelo Positivismo Lógico. Bloor¹⁰ tem argumentado que:

O conhecimento de uma sociedade não demonstra tanto a experiência sensória de seus membros individuais, ou a soma daquilo que pode ser denominado de conhecimento animal. O conhecimento é, pois, a visão coletiva ou as visões da Realidade. Assim, o conhecimento de nossa cultura, como está representado na nossa ciência, não é o conhecimento de uma realidade que algum indivíduo possa experimentar ou aprender sobre ele mesmo [...] é, antes, a história, a confecção de idéias, sugestões, percepções que cremos ser oferecidas pelos nossos experimentos. O conhecimento, desta forma, equivale-se mais à Cultura que à Experiência (Bloor, 1976, p. 12).

Bloor (1976) afirmava que com a adoção dos conceitos de “contexto da descoberta” e “contexto da justificação”, trazidos pela Filosofia, inaugurou-se uma “divisão social do trabalho” no estudo da ciência a favor da filosofia da ciência racionalista, e em detrimento das ciências sociais.

Um dos pilares de sustentação teórica do Programa Forte, cujo objetivo também era o de rechaçar a chamada divisão social do trabalho no estudo da ciência, a favor da Filosofia, veio da própria Filosofia, da obra de Wittgenstein (1988), *Investigações Filosóficas*. Nela, Bloor (1976) explora a questão de que significado das palavras nos padrões sistemáticos de uso transfere o problema de conteúdo das proposições verbais para a investigação empírica dos “jogos de linguagem”. Para Wittgenstein (1988) os jogos de linguagem tornar-se-iam percebidos quando fossem percebidas as suas conexões com as “formas de vida”. Assim, Wittgenstein ancora o significado das palavras nas atividades práticas desenvolvidas pelos indivíduos no curso de sua

¹⁰David Bloor (1976, 1984) e Barry Barnes (1977) são os principais defensores da Escola da Edimburgo. Para uma crítica dessa Escola, ver o debate (polêmico) desenvolvido por Slezak (1989); Nola (1991); e Simon (1991); Hacking (1999).

existência, como membros de uma coletividade. Um padrão de uso é, portanto, arbitrário, pois se encontra integrado a padrões de atividades entre a palavra e a vida. Daí decorre a conceituação de finitismo, ou seja: o uso, o significado da palavra estabeleceu-se a partir das funções que esta desempenha na atividade coletiva dos indivíduos. O conjunto de situações determinaria o universo finito. Como corolário, temos que a aplicação do conceito envolve um juízo contingente. A aceitação deste argumento implicaria no descrédito de que o conhecimento seja consequência de uma lógica de argumentação verbal. Assim, nenhuma regra (métodos e programas científicos são regras) pode ser aplicada sem que nela esteja contida alguma peculiaridade individual e, conseqüentemente, grupal. Em outras palavras, a regra e seu significado, tanto na sua aplicação como na sua geração, não podem ser entendidos isoladamente das práticas humanas na qual estão ancorados.

Tais afirmações do Segundo Wittgenstein dão sustentação à possibilidade de crítica ao racionalismo e ao realismo epistemológico clássico, uma vez que ambos repousam sobre uma estrutura metodológica (regras) que indica uma determinada forma de ação (individual ou grupal), que objetiva a solução de problemas. Isso implica que as estruturas lógicas não refletem uma verdade *per se*, mas dependem de um meio social, uma vez que se constituem em regras de linguagem. Tomando essa perspectiva de Wittgenstein II, David Bloor (1976) rechaça as categorias que classicamente foram utilizadas pela Filosofia da Ciência racionalista para dar conta do entendimento do fazer científico, dado que não apenas são deficientes para entender a atividade científica, mas também impedem a sua compreensão ao diluir e obscurecer as eventualidades e contingências que surgem durante os processos de gênese e validação científica.

A partir dessa fundamentação filosófico-epistemológica, David Bloor (1976) passa a rechaçar não apenas a separação entre “contexto da descoberta” e “contexto da justificação”, como o próprio posicionamento da Sociologia do Conhecimento clássica, no que se refere ao estatuto das ciências naturais, cuja argumentação de Mannheim (1982) fora a de que as ciências naturais, principalmente em suas fases quantificáveis, poderiam ser amplamente destacadas da perspectiva histórico-social. Bloor (1976) colocou-se totalmente contrário à idéia de que o conhecimento científico natural não apresentava, em seu conteúdo, uma perspectiva histórico-social, e à idéia de que não haja qualquer possibilidade dele ser investigado pelas ciências sociais:

Os sociólogos estão interessados no conhecimento, incluindo o conhecimento científico como um fenômeno natural. A definição de conhecimento, porém, será diferente daquela dos leigos ou dos filósofos. Em vez de definir o conhecimento como verdade, ele deve ser definido, para os sociólogos, como tudo aquilo que pode ser tomado como conhecimento. Consiste, portanto, nas crenças que o homem abraça e pelas quais vive [...]. Particularmente o sociólogo está interessado nas crenças que são garantidas por instituições, ou seja, institucionalizadas ou investidas de autoridade por grupos sociais (Bloor, 1976, p. 3).

Para fazer esse rechaço à Sociologia do Conhecimento clássica, Bloor apóia-se também nas idéias de Durkheim, afirmando que os estudos clássicos de Durkheim têm nos mostrado como um “sociólogo pode penetrar de modo muito profundo em formas de conhecimento. Além disso, Durkheim apresentou algumas indicações de como suas pesquisas podiam se traduzir num estudo do conhecimento científico; tais indicações parecem ter caído no esquecimento” (1976, p. 2). Para o sociólogo francês, em *As Formas Elementares da Vida Religiosa*, a religião é uma expressão transfigurada da sociedade, que solidariza o indivíduo com a coletividade à qual pertence. Tal expressão transfigurada estaria situada entre a ordem cognitiva individual e a ordem coletiva.¹¹

É através do resgate de alguns aspectos epistemológicos centrais da teoria do conhecimento proposta por Durkheim, que Bloor (1984)¹² propõe que busquemos no próprio procedimento científico, como prática social, a natureza do conhecimento científico. É importante aclarar que a busca do conhecimento científico, como dimensão da prática social, proposta por Bloor, não exclui a utilização da metodologia científica de cunho mais ortodoxo para a própria busca dos condicionantes sociais do conhecimento científico. Isso fica claro quanto afirma que:

o conhecimento deve ser diferenciado da mera crença [...] Suas idéias [as dos sociólogos], contudo, estarão na mesma linguagem como as de qualquer outro cientista. Seu [do sociólogo] interesse está voltado para as regularidades e princípios gerais ou processos que estão disponíveis no âmbito dos dados. O objetivo dos sociólogos será o de construir teorias para explicar tais regularidades (1976, p. 3).

Para tanto, Bloor (1976) propôs quatro princípios gerais (causalidade, imparcialidade, simetria e reflexividade), aos quais a Sociologia do Conhecimento Científico deveria aderir para conquistar a sua legitimidade ante a comunidade científica e, assim, assinalar o caráter essencialmente social da “verdade” científica, como uma

¹¹Durkheim critica a clássica visão dicotômica (empirista e racionalista) do conhecimento humano e, para que seja possível a sua transcendência, propõe o seguinte: “se admitirmos a origem social das categorias, uma nova atitude torna-se possível, atitude que permitiria, acreditamos nós, escapar a essas dificuldades contrárias. (...) De fato, os conhecimentos que chamamos empíricos, os únicos que os teóricos do empirismo utilizaram para construir a razão, são aqueles que a ação direta dos objetos suscita em nosso espírito. São, portanto, estados individuais, que se explicam inteiramente pela natureza psíquica do indivíduo. Ao contrário, se as categorias são, como pensamos, representações essencialmente coletivas, elas traduzem, antes de tudo, estados coletivos: dependem da maneira como esta é constituída e organizada, de sua morfologia, de suas instituições religiosas, morais, econômicas, etc. Há, portanto, entre estas duas espécies de representações toda a distância que separa o individual do social, e não se pode mais derivar as segundas das primeiras, como tampouco se pode deduzir a sociedade do indivíduo, o todo da parte, o complexo do simples” (Durkheim, 1996 [1912] p.XXII-XXIII).

¹²Em *Durkheim and Mauss Revisited: Classification and the Sociology of Knowledge* (1984), Bloor realizou um balanço das críticas feitas a Durkheim, apontando a necessidade de um resgate das principais teses defendidas por esse autor, por apresentarem-se atuais à Sociologia do Conhecimento Científico.

representação coletiva do mundo moderno. Tais princípios recomendam que a sociologia do Conhecimento seja:

1. Causal, ou seja, interessada nas condições que propiciam as crenças ou estados de conhecimentos, uma vez que haverá outras causas, além das sociais, que cooperam para o surgimento de tais crenças;
2. Imparcial no que diz respeito à: verdade e à falsidade, à racionalidade ou à irracionalidade, ao sucesso ou ao fracasso; ambos os pólos destas dicotomias deverão ser explicados;
3. Simétrica em seu estilo de explicação; os mesmos tipos de causas devem ser utilizados para relatar e explicar crenças verdadeiras e falsas;
4. Reflexiva, uma vez que o padrão de explicação deve ser aplicado à própria sociologia; como um requerimento de simetria esta é a resposta à necessidade científica de buscar por explicações que sejam passíveis de generalizações.

Estes quatro princípios parecem ter deslocado o *locus* dos nexos causais para as imbricadas relações e representações sociais. Eles é que definem o que, na sua origem, foi chamado de Programa Forte da Sociologia do Conhecimento.

O CONSTRUTIVISMO CIENTÍFICO DA SOCIOLOGIA DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

Poderíamos esperar que a direção a ser tomada durante o curso de desenvolvimento de uma disciplina tal como a Sociologia do Conhecimento fosse a de, partindo de estudos de cosmologias primitivas, expandir em direção aos estudos da nossa própria cultura contemporânea. Este tem sido precisamente os passos que muitos sociólogos têm, relutantemente, tomado. Parece, porém, que a Sociologia do Conhecimento tem direcionado o seu desenvolvimento de modo mais decisivo em direção a uma área freqüentemente ocupada pelos filósofos, “os quais se arrogaram a tarefa de definir a natureza do conhecimento” (Bloor, 1976).

Ainda em meados da década de 70, baseando-se tanto nos escritos de Kuhn como nos de Berger e Luckmann (1999), ganhou força uma outra corrente cujos trabalhos mais destacados são os de Karin Knorr-Cetina, Bruno Latour e Steve Woolgar. Seus trabalhos, embora diferenciados entre si, receberam uma mesma caracterização através dos termos – atualmente muito polissêmicos – “construtivismo” ou “construcionismo”¹³ social da ciência. Ao se referir à diferença existente entre duas importantes correntes construtivistas, Knorr-Cetina explica-nos que:

¹³Sobre o assunto, ver Haking (1999).

Duas distintas abordagens orientadas genética e microscopicamente relevantes para a Sociologia do Conhecimento Científico têm surgido nos últimos anos. Suas principais diferenças repousam, talvez em parte, na prática científica que escolheram analisar. A primeira aproximação detém-se nas controvérsias científicas como um ponto de ancoragem estratégica para o estudo da formação do consenso que é o mecanismo pelo qual o conhecimento reivindica tornar-se aceito como verdadeiro [...] A segunda aproximação tem escolhido a observação direta do atual sítio do trabalho científico (freqüentemente o laboratório científico) com o objetivo de examinar como os objetos de conhecimento são constituídos na ciência (Knorr-Cetina, 1983, p. 117)

Os primeiros trabalhos de Knorr-Cetina, que articularam uma aproximação teórica construtivista, foram publicados entre 1977 e 1981. Seu interesse central tem sido o de conhecer a gênese do conhecimento científico, tendo como ponto de partida a observação dessa gênese, ou seja, a observação do processo mesmo de produção do conhecimento científico. Knorr-Cetina publicou importantes trabalhos a partir da observação realizada dentro de laboratórios. Integrando-se a projetos de pesquisas, vinculados às ciências “naturais”, ela dedicou-se a observar as distintas etapas de um projeto de investigação, durante todo o seu desenvolvimento.

Um dos principais pontos de argumentação abordado nos trabalhos de Knorr-Cetina é o de que os laboratórios científicos têm sido “empresas” muito mal-compreendidas, uma vez que são consideradas como locais onde hipóteses são testadas, teorias desenvolvidas e “coisas” geradas. Contrariando esse imaginário contemporâneo, Knorr-Cetina (1981b) busca demonstrar que os laboratórios, calcados em uma perspectiva instrumental, são lugares onde “coisas” são feitas para funcionar. Para essa autora, a atividade científica pode (e deve) ser vista como uma progressiva seleção daquilo que funciona pelo uso daquilo que funcionou no passado e que plausivelmente funcionará sob circunstâncias idiossincráticas presentes (1981b). Isso nos levaria a abandonar uma histórica e tradicional visão empirista da teoria – cara à ortodoxia epistemológica de tendência analítica – em que as teorias são como casulos deixados para trás quando a prática é abstraída do procedimento da pesquisa (Sismondo, 1993).

Knorr-Cetina tem utilizado a própria premissa observacional, cara à ortodoxia empirista, para contestar a ciência tradicional, principalmente no que diz respeito ao método indutivista/dedutivista, contestando e radicalizando inclusive, dentro de sua esfera argumentativa, aquelas abordagens mais abertas como as caracterizadas pela Nova Filosofia da Ciência. Com a observação direta das práticas científicas laboratoriais, é possível a construção de um inquérito empírico daquilo que realmente se passa dentro de um laboratório, sem que sejam perdidos os detalhes cotidianos da atividade científica, normalmente desprezados nas formalizações lógico-empíricas impostas pelas práticas editoriais. Essa nova abordagem sociológica tem feito com que Knorr-Cetina conclua que as teorias não iluminam, obrigatoriamente, a ida para a prática

cotidiana do cientista e que a instrumentalidade da ciência ou do binômio tecnociência, no interior dos laboratórios, obscurece completamente o “bem-arrumado” método científico. Neste sentido, muitas das práticas científicas são contingentes, oportunistas e meramente instrumentais. Nelas a atividade científica pode ser definida como a soma total das decisões selecionadas de acordo com o objetivo de transformar o subjetivo em objetivo, o incrível no acreditável, o fabricado em descobrimento e o construído trabalhosamente em um fato científico. A autora argumenta ainda que

A interpretação construtivista é oposta à concepção de investigação científica como descritiva; essa última coloca o problema da “factualidade” (*facticity*) na relação entre os produtos da ciência e uma natureza externa. Em contraste, a interpretação construtivista considera os produtos da ciência como sendo o primeiro e mais destacado resultado de um processo de (reflexiva) fabricação. Dessa forma, o estudo do conhecimento científico tem como objetivo primeiro investigar como os objetos científicos são produzidos num laboratório, em vez de preocupar-se como fatos são preservados nas afirmações científicas sobre a natureza. (Knorr-Cetina, 1983, p. 118-19).

Dessa forma, não é a teoria ou o método científico que desempenham um papel fundamental na produção científica, mas, antes, o contexto em que se desenvolve o trabalho científico, uma vez que os produtos gerados em laboratório, ao invés de serem caracterizados por sua factualidade, rigor científico, são, na verdade, manufaturados de maneira instrumental, assumindo as contingências circunstanciais presentes em seu processo de construção laboratorial. Ao comentar essa abordagem proposta por Knorr-Cetina sobre o desenvolvimento dos trabalhos científicos, Lamo de Espinosa e Colaboradores acrescentam que:

Essa indexabilidade atém-se também às pretendidas regras do método, de tal maneira que a consistência que se encontra nos produtos científicos aparecerá não de uma maneira natural, mas somente ligada a esforços auto-referentes para formalizar critérios de decisão contingentes, como a simplicidade, a fertilidade ou a adaptabilidade às observações. A possibilidade de reconstruir formalmente estes aspectos implica na existência de uma notável diferença entre os achados científicos tal como são apresentados publicamente e como são conduzidas as investigações nos laboratórios (Lamo de Espinosa e colaboradores, 1994, p. 546).

O construtivismo de Knorr-Cetina apresenta raízes empíricas, observacionais e etnometodológicas, uma vez que suas pesquisas ocorrem dentro dos laboratórios científicos, lugar onde ela tem acompanhado programas de pesquisas desde seu início até a publicação de resultados. É a partir, portanto, de práticas observacionais, como metodologia de pesquisa, que Knorr-Cetina refuta a principal crítica epistemológica – a carência de cientificidade (observação) na prática científica quotidiana da Sociologia

– feita historicamente à Sociologia do Conhecimento, desde sua abordagem clássica, com Mannheim. Se cientificidade significa observação metódica de fatos empíricos, “reais”, cuja repetição em experimentos é uma condição *sine qua non*, então as ciências ditas “naturais” e “exatas”, na visão da autora, devem rever suas práticas, uma vez que, para ela

não é necessário dizer que os cientistas ajustam suas metas de pesquisas em conformidade com os procedimentos feitos, e eles ajustam os procedimentos em conformidade às novas circunstâncias criadas por suas pesquisas (...) Os problemas de pesquisas, definidos numa ampla proposta, tornam-se redefinidos durante as investigações laboratoriais, e acordos referentes aos procedimentos mudam em conformidade com as circunstâncias, oportunidades e problemas que surgem em a cada momento [...] Se levarmos a metáfora da manufatura do conhecimento a sério, a ciência emerge a partir de interpretações construtivistas como um ‘modo de fazer-se mundo’ (*way of world-making*) (Knorr-Cetina, 1983b, p. 126, 133, 134).

Partindo desta perspectiva, Knorr-Cetina afirma que não faz sentido sequer distinguir, em nível epistemológico e metodológico, aspectos cognitivos e sociais, tampouco aspectos “internalistas” e “externalistas” da ciência. Argumenta que a dissociação entre as ciências naturais e sociais somente passa a ser verificada após o surgimento do resultado científico que é comunicado (cientificamente) como sendo exclusivamente factual, desprezando, assim, a trajetória “técnico-social” da construção do objeto (ou do fato). A autora acrescenta o seguinte:

O argumento que apresento é o de que a lógica situacional da pesquisa científica ‘natural’ e tecnológica apresenta-se similar à dinâmica situacional inerente à metodologia das Ciências Sociais e que essa similaridade é reforçada, inclusive, pela universalidade de interpretações tanto no método da ciência social quanto no da ciência natural. Dada essa similaridade, é hora de se reconsiderar a rotineira distinção entre as ciências sociais e naturais [...]. E dada essa similaridade pode ser a hora de se reconsiderar o método científico, em geral, como apenas uma outra versão da, e como parte da, vida social (Knorr-Cetina, 1981, p. 358).

Bruno Latour e Steve Woolgar, talvez tenham sido os autores, vinculados ao paradigma construtivista, que mais radicalizaram o “olhar” etnográfico em seus trabalhos desenvolvidos dentro de laboratórios. Uma de suas mais importantes obras, *Laboratory Life: The Construction of Scientific Facts* (1986),¹⁴ busca denunciar a aparente dicotomia existente entre o social e o técnico, ou ainda, entre o social e o intelectual (cognitivo) na construção do conhecimento científico. Para os autores, a diferença

¹⁴Decorrente de um trabalho de campo, durante o período de dois anos, em um laboratório de neuroendocrinologia do Instituto Salk da Califórnia, em que os autores acompanharam toda a história sobre a “descoberta” de uma proteína relacionada com a atividade cerebral, denominada TRF (H).

entre o científico e o social, entre a face “interna” e a face “externa” da ciência não resiste à observação sistemática realizada dentro de um laboratório. As práticas científicas poderiam ser caracterizadas (mais apropriadamente) pela utilização de determinados recursos – que não o método científico, da forma como a ciência o recomenda – que necessitam ser melhor compreendidos e explicados. Para Bruno Latour e Steve Woolgar (1986) a Principal atividade que ocorre no interior dos laboratórios parece ser a de produzir fatos e, posteriormente, transmiti-los ao exterior em forma de artigos científicos. Os autores argumentam que entre aquilo que ocorre do lado de dentro dos laboratórios e o que é relatado sobre esta ocorrência, existe uma dimensão obscura que necessita ser pormenorizada.

Foi dito que os cientistas tinham métodos especiais, mentes especiais; ou de forma culturalmente racista, que eles tinham um tipo especial de cultura. Era sempre alguma coisa especial; geralmente uma qualidade cognitiva, que explicava essa fonte de poder. Lógico, no momento em que os sociólogos dirigiram-se para dentro dos laboratórios e começaram a checar todas essas teorias a respeito da força, do poder da ciência, elas desapareceram. Nada de especial, nada de extraordinário; de fato, nenhuma qualidade cognitiva especial estava ocorrendo lá. Os epistemólogos tinham escolhido os objetos errados, eles olharam para as atitudes mentais e esqueceram de olhar o conjunto material local, que é o laboratório. O mesmo aconteceu com a então chamada Sociologia Mertoniana (Latour e Woolgar, 1986, p. 160).

Latour e Woolgar (1986) afirmam que muitos fenômenos investigados não existem no mundo real, sendo eles próprios criações laboratoriais ou *phenomenotechnique*, que dependem de certa instrumentação material. Para os autores, melhor mesmo seria afirmar que os fenômenos são completamente constituídos pelas condições materiais do laboratório. Argumentam, ainda, que a realidade artificial, que os pesquisadores descrevem em termos de uma entidade objetiva, tem sido de fato construída pela utilização de estratégias, de artifícios de “registro escritos”, ou seja, “instrumento ou dispositivo de inscrição (*inscription devices*)”.¹⁵ Segundo Latour e Woolgar (1986), essa mesma realidade foi denominada por Bachelard de *phenomenotechnique*. A construção dos textos científicos, na opinião dos autores, desempenha um papel fundamental para o estudo e a compreensão da realidade científica. Para os autores, a observação participante garante a inexistência de uma separação entre ciência “internalista” e “externalista”, que deve ser refutada pela Sociologia do Conhecimento Científico com veemência. Os estudos laboratoriais,

¹⁵Os autores, em nota de rodapé da segunda edição inglesa, explicam que “a noção de instrumento ou dispositivo de inscrição foi tomada de Derrida (1977) e designa uma operação mais básica que a sua composição escrita, literária. Ela é usada aqui para resumir todos os vestígios, marcas pontos, histogramas, registros numéricos, espectro, ponta e etc.” (1986, p. 89). Em obra posterior, “*Ciência em Ação*”, Bruno Latour, argumenta o seguinte: “Chamarei de instrumento (*ou de dispositivo de inscrição*) qualquer estrutura (sejam quais forem seu tamanho, sua natureza e seu custo) que possibilite uma exposição visual de qualquer tipo de texto científico” (2000, p. 112).

aliás, têm justamente a função de, ao contrário de algumas críticas recebidas em seus primórdios, denunciar a inexistência de tal separação. Latour e Woolgar (2000) afirmam que a ciência, os laboratórios, nas suas atividades quotidianas, constroem “caixas pretas”,¹⁶ ou seja, para os autores, os cientistas, “transformam em ‘caixas pretas’ os aspectos técnicos da ciência e depois vão procurar as influências e vieses sociais [...]; era mais fácil estar ali [observando] antes que a caixa se fechasse e ficasse preta” (2000, p. 39). E acrescentam o seguinte:

Quando nos aproximamos dos lugares onde são criados fatos e máquinas, entramos no meio das controvérsias. Quanto mais nos aproximamos, mais as coisas se tornam controversas. Quando nos dirigimos da vida ‘cotidiana’ para a atividade científica, do homem comum para o de ciência, dos políticos para os especialistas, não nos dirigimos do barulho para o silêncio, da paixão para a razão, do calor para o frio. Vamos das controvérsias para mais controvérsias [...] é como ler o código penal e ir ao Parlamento, quando a lei ainda é projeto. Na verdade o barulho é maior e não menor (Latour, 2000, p. 53).

Embora as reivindicações construtivistas da atividade científica de Latour e Woolgar (1986) sejam muito semelhantes às de Knorr-Cetina, existem algumas diferenças de abordagens: Latour e Woolgar buscam demonstrar, enfatizando a dimensão da atividade lingüística, a artificialidade de muitos dos próprios fenômenos científicos, mais que a artificialidade metódica ou laboratorial, tema esse, enfatizado por Knorr-Cetina. A atenção de Latour e Woolgar está voltada para a criação do fenômeno através de sua inscrição, da averbação de textos científicos que se reafirmam e se reproduzem como verdades legitimadas e amparadas permanentemente não apenas pelo próprio campo científico, mas também por toda a dimensão do contexto social. Além do acompanhamento do desenvolvimento de pesquisas laboratoriais, Latour (2000) deteve-se em textos referentes a importantes descobertas recentes, tais como a da molécula de DNA,¹⁷ em que afirma ter constatado o fato de que cada vez mais realidades são atribuídas aos objetos e cada vez menos são realizadas proposições sobre o objeto, havendo, assim uma inversão: o objeto torna-se a razão pela qual a proposição é formulada (Latour e Woolgar, 1986).

Estas correntes, circundadas por outras variantes menores tais como o Programa Empírico Relativista (Collins, 1983) proliferaram a partir da década de

¹⁶Segundo Bruno Latour, (2000) “a expressão ‘caixa preta’ é usada em cibernética sempre que uma máquina ou um conjunto de comandos se revela complexo demais. Em seu lugar é desenhada uma caixinha preta, a respeito da qual não é preciso saber nada, senão o que nela entra e do que dela sai” (p. 14).

¹⁷A “descoberta” (melhor seria, concepção, criação do modelo) da estrutura da molécula de DNA (ADN - Ácido Desoxirribonucleico), por Jim Watson e Francis Crick, em 1953, foi um importante exemplo de disputa científica (prêmio Nobel) no campo, entre seus “descobridores” e o famoso químico Linus Pauling.

70 e tiveram como motores propulsores iniciais o trabalho de Kuhn (1996), no âmbito de uma epistemologia geral, cujo alvo era a hegemonia da Epistemologia Analítica; e o de Berger e Luckmann (1999), que embora argumentassem se tratar de teoria sociológica, em realidade, estavam produzindo importantes argumentos no âmbito de uma Epistemologia das Ciências Sociais de caráter construtivista. A segunda força motriz foi, sem dúvida, o Programa Forte da Sociologia do Conhecimento Científico (Bloor, 1976), considerado uma das principais tradições que tem caracterizado a Sociologia do Conhecimento Científico.

É importante destacarmos aqui que todas estas correntes, embora tenham apresentado visíveis diferenças entre si (no tocante às questões de cunho teórico, metodológico e quanto ao foco de problemas) disputando acirradamente no campo, compartilham de um mesmo escopo teórico-epistemológico que as coloca sob uma única rubrica, a saber: a Sociologia do Conhecimento Científico, propriamente dita. Nas palavras de Lamo de Espinosa e colaboradores (1994), o traço comum entre as diferentes orientações é o de “uma nova imagem da ciência, assim como uma renovada concepção da forma em que aborda o seu estudo” (p. 520). Essa renovada concepção a que se referem Lamo de Espinosa e colaboradores pode ser sintetizada a partir de cinco “princípios fundamentais”¹⁸ para a Sociologia do Conhecimento Científico, quais sejam:

1. O *princípio de naturalização*, que rechaça a distinção entre o “contexto da descoberta” e o “contexto da justificação”, destacando a relevância da pesquisa sociológica na produção do conhecimento científico, uma vez que as variáveis sociais intervêm nos modos de produção e validação desse conhecimento.
2. O *princípio do relativismo*, para o qual não existe nenhum critério universal que garanta a verdade de uma proposição ou a racionalidade de uma crença.¹⁹ Como corolário, temos que os processos de produção, validação e revolução do conhecimento científico são resultados de

¹⁸Os três primeiros princípios (princípio de naturalização, princípio do relativismo e o princípio do construtivismo) são problemas epistemológicos históricos da própria filosofia, cujas controvérsias perduram até os dias atuais.

¹⁹Esta questão é controvertida desde o início da Filosofia Moderna. Popper, no início do século XX, caracterizou bem esse problema através de argumentos de natureza lógica, psicológica e histórica ao negar que o *Problema da Indução I* (como se justifica a passagem dos enunciados singulares para os enunciados universais); e que o *Problema da Indução II* (podem as leis e teorias científicas ser dadas como verdadeiras ou provavelmente verdadeiras a partir dos resultados da observação?), tenham solução positiva. Neste sentido, abre-se espaço para uma caracterização relativista no sentido de negar que exista um padrão único de racionalidade e que este padrão único e a-histórico de racionalidade para avaliar teorias científicas.

intrincadas interações sociais, principalmente entre cientistas e o contexto social.

3. O *princípio do construtivismo*, para o qual o conhecimento científico deve ser considerado como uma representação, dado o fato de que não deriva diretamente da “realidade” e tampouco constitui-se num reflexo literal da mesma.²⁰ Portanto não se pode esperar que existam interpretações idênticas acerca dos mesmos “fragmentos de evidência”, uma vez que a experiência não é neutra, mas geralmente orientada por experiências anteriores provenientes do contexto social, da aprendizagem e da cultura. Isso implica que tanto o conhecimento como, em boa medida, a “realidade” são construções sociais.
4. O *princípio de causalção social*, que se refere ao fato de que a atividade científica não é realizada por sujeitos epistêmicos ideais, mas por grupos sociais concretos, convencionalmente denominados comunidade científica. Isso implica que tanto a comunidade científica, como também o produto que produz (o conhecimento científico) estão sujeitos aos mesmos tipos de explicação social que qualquer outra organização social. Seguindo, então, a tradicional explicação sociológica para outras formas sociais de conhecimento, o conhecimento científico, em alguma medida, está sujeito às formas como se organizam os grupos científicos e como eles se acoplam ao contexto social circundante.
5. O *princípio da instrumentalidade*, o qual sustenta que o conhecimento científico não difere substancialmente de outro tipo de conhecimento, salvo no que se refere a sua função pragmático-instrumental voltada à solução de problemas. Portanto, o conhecimento científico que se tem por verdadeiro é modulado a partir de determinados objetivos e certos interesses inextricavelmente ligados à ciência.

CONCLUSÃO

Mannheim, ao definir a natureza e alcance da Sociologia do Conhecimento, estava ciente da novidade que esse ramo da Sociologia poderia representar no cenário intelectual do momento. Sua ambição, ao propor uma Sociologia do Conhecimento, era a de superar determinados dilemas atinentes à teoria do conhecimento, centralmente a distinção entre uma Sociologia do Conhecimento e a Teoria da Ideologia, uma vez

²⁰Essa é outra questão já muito debatida por Epistemólogos e Filósofos da Ciência. Hoje, porém, já é bem aceita a idéia de que a própria observação depende muito de teorias, crenças e culturas; ou seja, do próprio processo de socialização que o observador decalca no olhar que lança à realidade. Norwood. R. Hanson (1958), apresentou vários exemplos sobre esse ‘indutivismo ingênuo’.

que ambas pareciam estar preocupadas com a correlação entre a determinação do pensamento e contexto social no qual esse pensamento se desenvolve. Ao reconhecer essa proximidade, Mannheim adverte que a Teoria da Ideologia tem sido historicamente utilizada para “desvendar os enganos e disfarces mais ou menos inconscientes dos grupos de interesse humanos, especialmente os dos partidos políticos” (p. 287). A Sociologia do Conhecimento, na concepção de seu proponente, não deveria preocupar-se com o conhecimento (sociológico) não científico, equivocado, militante, fundamentalista; Isto deveria ser deixado à Teoria da Ideologia. Ele não estava interessado somente na perspectiva político-partidária, ou econômica, ou histórica de uma certa sociedade; desejava, sim, conhecer os fatores que historicamente condicionaram, a partir de uma perspectiva qualitativamente mediana, o conjunto de visões de mundo *weltanschauung* de distintas sociedades.

De fato, Mannheim não construiu, no decorrer de sua obra, um núcleo teórico de caráter epistemológico, que conseguisse fazer frente à fundamentação analítica que permeava o fazer científico naquele momento. A separação entre os contextos da descoberta e o da justificação, se para a Filosofia de orientação positivista lógica solucionou (mesmo que provisoriamente) alguns problemas lógicos, para a Sociologia do Conhecimento, tornou-se um obstáculo de difícil transposição. Não obstante, um dos maiores feitos de Mannheim foi o fato de ter indicado – mais que isto – ter colocado em relevo aspectos referentes à gênese do conhecimento aos quais a Epistemologia Analítica não tinha condições de apresentar solução satisfatória.

A Sociologia da Ciência, inexistente até os anos quarenta; elaborou um programa de investigação teórica e empírica, cujo centro de preocupação constituía-se na análise da atividade científica a partir de uma perspectiva institucional. Na sua abordagem, a Sociologia da Ciência deveria ocupar-se da interdependência entre a estrutura social e a ciência, como atividade social, dificultada ou facilitada pelo *ethos* de cada sociedade. A Sociologia do Conhecimento ficara adormecida durante a hegemonia da Escola Mertoniana, por aproximadamente duas décadas (décadas de 40 e 50). Teve, porém, nos anos 60, o seu brilho completamente ofuscado pelas novas luzes (de cunho epistemológico) lançadas por Kuhn, no que se refere à determinação social do conhecimento, com a publicação de sua obra mais conhecida.

Embora os estudos filosóficos da ciência continuavam a levantar importantes questões quanto aos limites do método indutivista-dedutivista, primeiramente, com os argumentos trazidos por Duhem (1914) que ficaram conhecidos como a Tese de Duhem-Quine, e mais tarde com a chamada Tese-da-Carga-Teórica, somente após a obra de Kuhn, *Estrutura das Revoluções Científicas*, os cientistas sociais da ciência, em particular os sociólogos, aventuraram-se a adotar argumentos de natureza lógico-filosóficas com o objetivo de enfraquecer a hegemonia do indutivismo-dedutivismo como núcleo duro da chamada Concepção Herdada.

Seja diretamente pelas teses levantadas por Kuhn, seja pelo próprio esgotamento do paradigma institucionalista da Sociologia de Merton, houve, nos anos 60, desde seu início e mesmo antes, uma retomada da Sociologia do Conhecimento e das questões

epistemológicas, quase que do mesmo ponto em que Mannheim as deixara em *Ideologia e Utopia* (1982). A partir de então, diferentes correntes teóricas, oriundas de estudos sociais do conhecimento, da cultura e da ciência, possibilitaram o surgimento de uma orientação teórica mais ambiciosa denominada, mais amplamente, de estudos sociais da ciência e, mais especificamente, no âmbito da Sociologia, de *Sociologia do Conhecimento Científico*. Foram vários os estudos sociais da ciência, sob esta nova designação, que passaram a abarcar não apenas as preocupações epistemológicas da Sociologia do Conhecimento mannheimiana, como também a possibilidade de ter como objeto legítimo de seu conhecimento o conhecimento científico. Desta vez, porém, a Sociologia passou a se ocupar tanto dos fatores condicionantes da gênese do conhecimento (contexto da descoberta), como daqueles que participam de suas validez (contexto da justificação). A Sociologia do Conhecimento Científico passou, então, a estudar, por um lado, aspectos estruturais que compreendem as mútuas influências entre fatores sociais e cognitivos, no âmbito das organizações científicas e, por outro lado, questões estritamente atinentes à gênese e à validação do conhecimento científico.

A estratégia, a partir dos anos 70, para que a Sociologia do Conhecimento Científico se constituísse como tal, foi a de, primeiramente, enfraquecer o “núcleo-duro” da ciência com argumentos oriundos da própria Filosofia e da Epistemologia para, posteriormente, construir diferentes abordagens teóricas de caráter sociológico. Observou-se, durante a década de 70 e 80 do século XX, que a própria Sociologia do Conhecimento Científico passou a construir uma série de pesquisas-de-campo e teorias que, nos termos de Imre Lakatos (1993), constituíram-se num verdadeiro *cinturão protetor* de sua hipótese central qual seja: a existência de fatores de natureza social, condicionantes ou mesmo determinantes não apenas na produção de conhecimento no sentido amplo, mas mesmo na lógica da descoberta científica e discordando da possibilidade de separar descoberta de legitimação social da descoberta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARNES, Barry. *Scientific Knowledge and Sociological Theory*. Londres: Routledge & Kegan Paul, 1977.
- BERGER, Peter e LUCKMANN, Thomas. *A Construção Social da Realidade: Tratado de Sociologia do Conhecimento*. 17ª edição, Petrópolis: Vozes, 1999.
- BLOOR, David. Contemporary Perspective on the Sociology os Knowledge. *Sociology and Knowledge*. Londres: New Brunswick, 1984, p.51-75.
- . Durkheim and Mauss revisited: Classification and the Sociology of Knowlwdge. *Studies in History and Philosophy of Sociology of Science*, n 13, p. 267-297, 1982.
- . *Knowledge and social Imagery*. London: Routledge & Kegan Paul, 1976.
- BOMBASSARO, Luiz Carlos. *As Fronteiras da Epistemologia*. Rio de Janeiro: Vozes, 1997.

- CARNAP, Rudolf. *Logical Foundations of the Unity of Science*. In: International Encyclopedia of Unified of Science. Cicago: University of Chicago, 1938, v1.
- CHUBIN, Daryl e RESTIVO, Sal. The 'Mooting' of Science Studies. In: KNORR-CETINA, Karin. & MULKAY, Michael. (Eds.) *Science Observed - Perspectives on the Social Study of Science*. Beverly Hills: Sage Publications Ltd, 1983. p. 53 - 83.
- COLLINS, H.M. An Empirical Relativist Programme in the Sociology of Scientific Knowledge. In: KNORR-CETINA, Karin. & MULKAY, Michael. (Eds.) *Science Observed - Perspectives on the Social Study of Science*. Beverly Hills: Sage Publications Ltd, 1983. p. 85-113.
- CRESPI, F. e FORNARI, F. *Introdução à Sociologia do Conhecimento*. São Paulo: EDUSC, 2000.
- DILTHEY, Wilhelm. *La Construcción del Mundo Historico em las Ciéncias del espíritu*. Mexico DF: FCE, 1966.
- DURKHEIM, Émile. *As Formas Elementares da Vida Religiosa*: São Paulo: Martins Fontes, 1996.
- GURVITCH, Georges. *Os quadros Sociais do Conhecimento*. Lisboa: Morais Editores, 1969.
- HACKING, Ian. *The Social Construction of What*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1999.
- HANSON, Norwood. *Patterns of Discovery*. Cambridge: Cambridge University Press, 1958.
- KNORR-CETINA, K. & MULKAY, M. Emerging Principles in Social Studies of Science. (Introdução) In: KNORR-CETINA, Karin. & MULKAY, Michael. (Eds.) *Science Observed - Perspective on the Social Study of Science*. Beverly Hills: Sage Publications Ltd, 1983. p. 2-17.
- KNORR CETINA, K. The Ethnographic Study of Scientific: Towards a Construtivist Interpretation of Science. In: KNORR-CETINA, Karin. & MULKAY, M. (Eds.) *Science Observed - Perspectives on the Social Study of Science*. Beverly Hills: Sage Publications Ltd, 1983. p.115-140
- KNORR CETINA, K. Social and Scientific Method or What Do We Make of the Distinction Between the Natural and Social Science? *Humanities in Society*. California: University of Southern California. v. 11, n.2, p. 335-359, July, 1981.
- . *The Manufacture of Knowledge: An Essay on the Construtivist and Contextual Nature of Science*. Oxford: Pergamon Press, 1981(b).
- KUHN, Thomas. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. São Paulo: Perspectiva, 1996.
- LAKATOS, Imre. *La Metodología de los Programas de Investigación Científica*. Madrid: Alianza Editorial, 1993.
- LAMO DE ESPINOSA, Emilio; GARCÍA, José; ALBERO, Cristóbal. *La Sociología del Conocimiento y de la Ciencia*. Madrid: Alianza, 1994.
- LATOUR, Bruno. *Ciência em Ação*. São Paulo: UNESP, 2000
- LATOUR, Bruno e WOOLGAR, Steve. *Laboratory Life: The Construction of Scientific Facts*. New Jersey: Princeton University Press, 1986.
- LÖWY, MICHAEL. *As Aventuras de Karl Marx contra o Barão de Münchhausen: marxismo e positivismo na sociologia do conhecimento*. São Paulo: Cortez, 1994.
- LYNCH Michael; LIVINSTON, Eric e GARFINKEL, Harold. Temporal Order in Laboratory Work. In: KNORR-CETINA, Karin. & MULKAY, M. (Eds.) *Science Observed - Perspectives on the Social Study of Science*. Beverly Hills: Sage Publications Ltd, 1983. p. 205- 238.
- MANNHEIM, Karl. *Ideologia e Utopia*. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1982.
- MERTON, Robert K. *Sociologia: Teoria e Estrutura*. São Paulo: Ed. Mestre Jou, 1968.
- . A Sociologia do Conhecimento. In HOROWITZ, I. *Historia y Elemento de la Sociología del Conocimiento*. Buenos Aires: Eudeba, 1964, p. 65-73.
- MULKAY, M. *Sociology of Science: a sociological pilgrimage*. Milton Keynes: Open University Press, 1991.
- . *Science and the Sociology of Knowledge*. Londres: George Allan & Unwin, 1980.

NOLA, Robert. Ordinary Human Interference as Refutation of the Strong Programme. [editor??] *Social Studies of Science*. London: Sage v. 21, p. 107-29, 1991.

SIMON, Hebert. Comments on the Symposium on 'Computer Discovery and the Sociology of Scientific Knowledge.[editor??] *Social Studies of Science*. London: Sage v. 21, p. 143-56, 1991.

SISMONDO, Sergio. Some Social Construction. [editor?] *Social Studies of Science*, London: Sage, v.23 p.515-53, 1993.

SLEZAK, Peter. Scientific Discovery by Computer as Empirical Refutatio of the Strong Programme. [editor?] *Social Studies of Science*. London: Sage, v. 19, p. 563-600, 1989.

WITTGENSTEIN, L. *Investigaciones Filosóficas*. Barcelona: Crítica-UYNAM, 1988.

WOOLGAR, Steve. Irony in the Social Study of Science. n: KNORR-CETINA, Karin.& MULKAY, M. (Eds) *Science Observed - Perspective on the Social Study of Science*. Beverly Hills: Sage Publications Ltd, 1983. p. 239- 266.

A BUSCA POR UMA DEFINIÇÃO DE TRADUÇÃO LÓGICA

Hércules de Araújo Feitosa e Ítala Maria Loffredo D'Ottaviano***

RESUMO

As traduções lógicas foram introduzidas, no início do século XX, como funções definidas entre os conjuntos de fórmulas de duas lógicas, de maneira a preservar a dedução. Neste trabalho, revemos algumas importantes e bem conhecidas traduções (interpretações) e vemos quatro tentativas de se definir o conceito de tradução. Então, escolhemos uma linha na qual é proposta uma definição muito geral de lógica e apresentamos alguns resultados sobre uma introdução a uma teoria das traduções. Essas traduções são comentadas e para contemplar aspectos semânticos das lógicas, as s-traduções são introduzidas. Finalmente, são considerados alguns aspectos adicionais para uma boa definição de tradução.

Palavras-chave: Lógicas, traduções, dedução, interpretação.

THE SEARCH FOR A DEFINITION OF LOGIC TRANSLATION

The logical translations were introduced in the begging of XX century as functions defined between the sets of formulas of the two logics, which preserve deductibility. In this work we revisit some important translations (interpretations) well known in the literature and see four tentatives of defining the concept of translation. So we choose a line where is proposed a very general definition of logic and present some results about an introduction of theory of translations. These definitions are commented and, for to contemplate the semantical aspects of logics, the s-translations are introduced. Finally it is considered some more aspects about a good definition of translation.

Key words: Logics, translations, deduction, and interpretation.

INTRODUÇÃO

No início do século XX, os pesquisadores dos fundamentos da matemática estavam às voltas com a demonstração da consistência da matemática, ou seja, com a demonstração de que a ciência matemática, em suas partes ou no todo, não admitia

*Universidade do Estado de São Paulo - UNESP, Faculdade de Ciências, Departamento de Matemática. E-mail: haf@fc.unesp.br

**Universidade de Campinas - UNICAMP, IFCH e CLEHC. E-mail: itala@cle.unicamp.br

contradições. Pelo menos três correntes mais importantes foram propostas para a obtenção desse resultado. A corrente logicista, que tinha como expoentes Russel e Whitehead, defendia que toda a matemática deveria ser reduzida à lógica. A corrente formalista, de Hilbert, via o estudo da matemática como o estudo de sistemas formais. E a corrente intuicionista ou construtivista, de Brouwer e Heyting, embora tratando com sistemas formais, considerava a corrente formalista clássica muito permissiva. A corrente intuicionista argumentava que a matemática construtivista, dada passo a passo e apenas tolerando objetos matemáticos que pudessem ser construídos, propiciaria um ambiente confiável onde talvez fosse possível assegurar a consistência da matemática.

Alguns trabalhos da primeira metade desse século, usando funções definidas de sistemas clássicos (lógicas e teorias de primeira ordem) em sistemas intuicionistas, mostraram que, se os sistemas intuicionistas fossem consistentes, também o seriam os associados clássicos. Isso nos fornecia o que é conhecido como consistência relativa de um sistema segundo o outro. Infelizmente, não foi possível demonstrar a consistência mesmo de sistemas matemáticos intuicionistas razoavelmente interessantes e resultados posteriores mudaram os rumos fundacionais. Porém, o uso de funções entre sistemas formais ou lógicos ganhou mais e mais interesse.

Este trabalho parte desses elementos históricos e persegue o caminho de uma definição apropriada para o conceito de tradução entre lógicas. Revisa resultados históricos, expõe recentes resultados nesse sentido, desenvolvidos no Brasil, e apresenta algumas definições de tradução usadas pelos autores em outros textos.

1. UM POUCO SOBRE AS TRADUÇÕES

O estudo das inter-relações entre lógicas por meio de funções buscando interpretar propriedades de uma lógica na outra parece ter se iniciado nas primeiras décadas do século XX.

Essas funções, concebidas como interpretações entre lógicas, foram originalmente introduzidas por Kolmogorov em 1925, Glivenko em 1929, Gödel em 1933 e Gentzen em 1933. Vale lembrar que esses textos são das primeiras décadas do século, momento em que estão surgindo as lógicas não-clássicas.

O método de interpretar um sistema lógico em outro, freqüentemente, um sistema clássico num sistema intuicionista, teve como motivação a demonstração da consistência do primeiro sistema com relação ao segundo. Contudo, esse método tem tido suas aplicações estendidas e propiciado a obtenção de interessantes resultados lógico-matemáticos.

Esta seção faz um estudo dessas importantes traduções, que serviram de motivação para o desenvolvimento de diversos trabalhos sobre as traduções entre lógicas. Além disso, são apresentados alguns resultados que estendem esses artigos históricos.

1.1 A interpretação de Kolmogorov

Aparentemente, o primeiro trabalho que faz uso da metodologia das traduções na análise de sistemas lógicos é o notável artigo de Kolmogorov (1977)[1925], que foi originalmente publicado em russo, no ano de 1925. É provável que devido ao fato de ter sido publicado em russo, apesar da sua elegância e coerência de apresentação, não tenha influenciado, num primeiro momento, novos resultados sobre interpretações entre lógicas, nem tenha sido devidamente valorizado quanto ao mérito de ter abordado e analisado problemas de fundamental importância para o desenvolvimento da lógica no século XX.

O texto inicia apresentando, de maneira breve, concepções gerais do formalismo de Hilbert e do intuicionismo de Brouwer. A seguir, faz uma análise do conjunto de axiomas propostos por Hilbert (1923) para o cálculo proposicional clássico e se propõe a formalizar o que é denominado no artigo de *lógica geral dos julgamentos*, através do sistema formal $\mathcal{B}$, e da *lógica especial dos julgamentos* através do sistema $\mathcal{H}$.

O sistema $\mathcal{B}$ é determinado sobre uma linguagem formal que contém, como conectivos primitivos, apenas a negação ($\neg$) e o condicional ($\rightarrow$), e é caracterizado pelos axiomas e regras seguintes.

Axiomas:

1. $\varphi \rightarrow (\psi \rightarrow \varphi)$
2. $(\varphi \rightarrow (\varphi \rightarrow \psi)) \rightarrow (\varphi \rightarrow \psi)$
3. $(\varphi \rightarrow (\psi \rightarrow \sigma)) \rightarrow (\psi \rightarrow (\varphi \rightarrow \sigma))$
4. $(\psi \rightarrow \sigma) \rightarrow ((\varphi \rightarrow \psi) \rightarrow (\varphi \rightarrow \sigma))$
5. $(\varphi \rightarrow \psi) \rightarrow ((\varphi \rightarrow \neg\psi) \rightarrow \neg\varphi)$

Regras de inferência:

Modus ponens: $\alpha, \alpha \rightarrow \beta \vdash \beta$

Substituição: $\vdash \alpha(p) \vdash \vdash \alpha(p/\beta)$,

com o significado que se $\alpha(p)$ é um teorema em que ocorre a variável p , então $\alpha(p/\beta)$ é ainda um teorema quando toda ocorrência de p é substituída pela fórmula β .

Os primeiros quatro axiomas do sistema $\mathcal{B}$ coincidem com os de Hilbert (1923).¹ O quinto axioma foi sugerido por Kolmogorov, que apresentou uma interpretação intuitiva para o mesmo. Atualmente, sabemos que este sistema $\mathcal{B}$, proposto em 1925, é equivalente ao sistema intuicionista minimal de Johansson $\mathcal{J}$, publicado em 1936.²

¹Ver Kolmogorov (1977).

²Ver Epstein (1990, p. 224) e Johansson (1936).

Kolmogorov argumentou que fórmulas do tipo $\varphi \rightarrow (\neg\varphi \rightarrow \psi)$ não poderiam ser aceitas como axiomas da lógica geral dos julgamentos, embora tenha admitido a possibilidade de que uma tal fórmula pudesse vir a ser demonstrada. Contudo, isso não se verifica, uma vez que $\mathcal{B}$ é equivalente a $\mathbf{J}$ e em $\mathbf{J}$ tal caso não ocorre.

Este sistema $\mathcal{B}$ poderia ser considerado como precursor dos sistemas paraconsistentes, pois, desde que fórmulas do tipo $\varphi \rightarrow (\neg\varphi \rightarrow \psi)$ não ocorrem como teoremas dos referidos sistemas, então uma contradição não trivializa, necessariamente, o sistema.

O sistema $\mathcal{B}$ é estendido para o sistema formal $\mathcal{H}$ pelo acréscimo do axioma:

$$6. \neg\neg\varphi \rightarrow \varphi.$$

No texto foi verificado que o sistema $\mathcal{H}$ é equivalente ao sistema introduzido por Hilbert (1923) para o cálculo proposicional clássico.

A partir dessas considerações, foi definida, indutivamente, uma função K de $\mathcal{H}$ em $\mathcal{B}$, que a cada fórmula φ de $\mathcal{H}$ associa uma fórmula φ^K de $\mathcal{B}$, acrescentando à frente de toda subfórmula de φ uma dupla negação:

$$\begin{aligned} K: \mathcal{H} &\rightarrow \mathcal{B} \\ (p)^K &\stackrel{\text{df}}{=} \neg\neg p \\ (\neg\varphi)^K &\stackrel{\text{df}}{=} \neg\neg(\neg\varphi^K) \\ (\varphi \rightarrow \psi)^K &\stackrel{\text{df}}{=} \neg\neg(\varphi^K \rightarrow \psi^K). \end{aligned}$$

Os seguintes resultados foram demonstrados:

$$/ \text{HP D1.1.1: } \vdash_{\mathcal{B}} \neg\neg(\neg\varphi) \rightarrow (\neg\varphi). \quad \blacksquare$$

$$/ \text{HP D1.1.2: Se } \vdash_{\mathcal{B}} \neg\neg\varphi \rightarrow \varphi \text{ e } \vdash_{\mathcal{B}} \neg\neg\psi \rightarrow \psi, \text{ então } \vdash_{\mathcal{B}} \neg\neg(\varphi \rightarrow \psi) \rightarrow (\varphi \rightarrow \psi). \quad \blacksquare$$

$$7 \text{ HUP D1.1.3: Se } p_1, \dots, p_n \text{ são as variáveis proposicionais que ocorrem em } \varphi \text{ e, para todo } 1 \leq i \leq n, \vdash_{\mathcal{B}} \neg\neg p_i \rightarrow p_i, \text{ então } \vdash_{\mathcal{B}} \neg\neg\varphi \rightarrow \varphi. \quad \blacksquare$$

$$7 \text{ HUP D1.1.4: Se } \vdash_{\mathcal{H}} \varphi, \text{ então } \vdash_{\mathcal{B}} \varphi^K. \quad \blacksquare$$

$$7 \text{ HUP D1.1.5: Se } \mathbf{A} = \{\alpha_1, \dots, \alpha_m\} \text{ é um conjunto de axiomas}^4, \mathbf{A}^K = \{\alpha_1^K, \dots, \alpha_m^K\} \text{ e } \mathbf{A} \vdash_{\mathcal{H}} \varphi, \text{ então } \mathbf{A}^K \vdash_{\mathcal{B}} \varphi^K. \quad \blacksquare$$

³Neste caso, Kolmogorov diz que a cada verdade de $\mathcal{H}$ corresponde uma pseudoverdade de $\mathcal{B}$ e, portanto, a imagem de K é uma pseudociência.

⁴No texto, $\mathbf{A}$ pode ser um conjunto de axiomas da matemática, mas isto não é esclarecido.

Finalmente, foram apresentados os sistemas quantificados $\mathcal{BQ}$ e $\mathcal{HQ}$ sobre $\mathcal{B}$ e $\mathcal{H}$, respectivamente, pelo acréscimo dos axiomas e regras seguintes.

Axiomas:

7. $(\forall x(\varphi(x) \rightarrow \psi(x))) \rightarrow (\forall x\varphi(x) \rightarrow \forall x\psi(x))$
8. $(\forall x(\varphi \rightarrow \psi(x))) \rightarrow (\varphi \rightarrow \forall x\psi(x))$
9. $(\forall x(\varphi(x) \rightarrow \sigma)) \rightarrow (\exists x\varphi(x) \rightarrow \sigma)$
10. $\varphi(x) \rightarrow \exists x\varphi(x)$

Regra de inferência:

Generalização: $\alpha \vdash \forall x\alpha$.

O autor assumiu os axiomas 7-10 como intuitivamente evidentes e considerou que a presença do princípio do terceiro excluído em argumentos transfinitos, caracterizado pela fórmula $(\forall x)\varphi(x) \vee (\exists x)\neg\varphi(x)$, no sistema de Hilbert ou, de maneira equivalente, em $\mathcal{H}$, é dada pelas seguintes bicondicionais:

$\neg(\forall x)\varphi(x) \leftrightarrow (\exists x)\neg\varphi(x)$ e
 $(\forall x)\neg\varphi(x) \leftrightarrow \neg(\exists x)\varphi(x)$.

Então, demonstrou que as condicionais:

$(\exists x)\neg\varphi(x) \rightarrow \neg(\forall x)\varphi(x)$,
 $(\forall x)\neg\varphi(x) \rightarrow \neg(\exists x)\varphi(x)$
 $\neg(\exists x)\varphi(x) \rightarrow (\forall x)\neg\varphi(x)$

podem ser obtidas em $\mathcal{BQ}$, sendo que apenas a condicional:

$\neg(\forall x)\varphi(x) \rightarrow (\exists x)\neg\varphi(x)$
 necessita, fortemente, do Axioma 6.

Kolmogorov sugeriu que o Teorema 1.1.5 poderia ser aplicado aos sistemas $\mathcal{BQ}$ e $\mathcal{HQ}$ e, de maneira mais geral, a toda matemática conhecida, embora não o tenha realizado.

1.2 A interpretação de Glivenko

Surge a seguir, em Glivenko (1929), um texto com importância decisiva para formulações posteriores. Mais uma vez, o resultado versava sobre interações entre o cálculo proposicional clássico e o cálculo proposicional intuicionista.

O resultado principal do artigo de Glivenko é o seguinte envolvendo o cálculo proposicional clássico (**CPC**) e o cálculo proposicional intuicionista (**CPI**):

Teorema 1.2.1: Se φ é um teorema do **CPC**, então $\neg\neg\varphi$ é um teorema do **CPI**. ■

Devemos pensar aqui numa função que associa a cada fórmula do **CPC** a sua dupla negação no **CPI** e que preserva teoremas. Segue como corolário:

Corolário 1.2.2: A fórmula $\neg\varphi$ é um teorema do **CPC** se, e somente se, $\neg\varphi$ é um teorema do **CPI**. ■

1.3 As interpretações de Gödel

Gödel, nos anos 30, apresentou duas interpretações muito conhecidas e de grande importância para o desenvolvimento da lógica. A primeira interpretação foi definida do cálculo proposicional clássico no cálculo proposicional intuicionista e, logo a seguir, foi estendida para as aritméticas clássica e intuicionista, respectivamente. A outra interpretação foi definida do cálculo proposicional intuicionista no cálculo modal **G**, tendo motivado muitos estudos, via interpretações, associando sistemas intuicionistas e modais, conforme pode ser visto nesta seção.

1.3.1 A interpretação intuicionista

Em 1933, foi publicado o conhecido Gödel (1986a)[1933]⁵, no qual foi definida uma tradução do cálculo proposicional clássico no cálculo proposicional intuicionista. Ainda nesse trabalho, essa função foi estendida para uma interpretação da aritmética clássica na intuicionista.

Gödel fez uma distinção entre símbolos clássicos e intuicionistas, aqui mantida, ao denotarmos os símbolos clássicos em tipo normal e os intuicionistas em tipos sublinhados.

A interpretação do **CPC** no **CPI** é calcada no corolário de Glivenko, citado acima, da seguinte maneira:

Teorema 1.3.1: Seja o **CPC** construído apenas com os símbolos $\neg$ e $\wedge$. Se φ é um teorema⁶ do **CPC**, então a fórmula correspondente no **CPI** é um teorema do **CPI**.

⁵Esse texto foi tornado público em uma conferência proferida por Gödel no Colóquio de Matemáticos de Viena (*Ergebnisse eines mathematischen Kolloquiums*), em junho de 1932.

⁶Nesse texto as expressões ' φ é válida', ' φ é dedutível' e ' φ é um teorema', são usadas indistintamente.

Demonstração: Se φ é um teorema do **&3&** conforme o enunciado, isto é, $\varphi \equiv \neg\varphi_1 \wedge \neg\varphi_2 \wedge \dots \wedge \neg\varphi_n$, então segue que $\vdash_{\text{CPC}} \neg\varphi_i$, $1 \leq i \leq n$, e, pelo Corolário de Glivenko, $\vdash_{\text{CPI}} \neg\varphi_i$, $1 \leq i \leq n$. Portanto, $\vdash_{\text{CPI}} \varphi^{\text{Gd1}} \equiv \neg\varphi_1 \wedge \neg\varphi_2 \wedge \dots \wedge \neg\varphi_n$. ■

Dessa forma, a seguinte função é uma interpretação do **CPC** no **CPI**:

Gd₁: CPC → CPI

$$\begin{aligned} (p)^{\text{Gd1}} &=_{\text{df}} p \\ (\neg\varphi)^{\text{Gd1}} &=_{\text{df}} \neg\varphi^{\text{Gd1}} \\ (\varphi \wedge \psi)^{\text{Gd1}} &=_{\text{df}} \varphi^{\text{Gd1}} \wedge \psi^{\text{Gd1}} \\ (\varphi \vee \psi)^{\text{Gd1}} &=_{\text{df}} \neg(\neg\varphi^{\text{Gd1}} \wedge \neg\psi^{\text{Gd1}}) \\ (\varphi \rightarrow \psi)^{\text{Gd1}} &=_{\text{df}} \neg(\varphi^{\text{Gd1}} \wedge \neg\psi^{\text{Gd1}}). \end{aligned}$$

Com o objetivo de estender tal resultado para toda a aritmética, construída sobre a lógica clássica de primeira ordem, o autor considerou o sistema da aritmética de Herbrand (1931), que é semiformal, e lhe conferiu alguns acréscimos, de maneira a torná-lo o sistema formal **\$+**. Como correspondente à aritmética intuicionista, assumiu o sistema de Heyting e introduziu novas variáveis $x_1', x_2', \dots$ para os números naturais e estabeleceu o sistema **+¶**. A interpretação para essas variáveis é dada da seguinte maneira: uma fórmula do tipo $\forall x\varphi(x')$ é equivalente a uma fórmula $\forall x(x \in \mathbb{N} \rightarrow \varphi(x))$ e, se em $\varphi(x_1, \dots, x_k)$ as variáveis $x_1, \dots, x_k$ ocorrem livres, então $\varphi(x_1', \dots, x_k')$ é equivalente a $x_1, \dots, x_k \in \mathbb{N} \rightarrow \varphi(x_1, \dots, x_k)$. Com isso, toda fórmula contendo essas novas variáveis é equivalente a uma fórmula usual.

A seguir, a função **Gd₁** foi estendida da seguinte maneira:

$$\begin{aligned} \text{Gd}_1: \$+ &\rightarrow +\P \\ (x_i)^{\text{Gd1}} &=_{\text{df}} [i:\P] \\ (f_i)^{\text{Gd1}} &=_{\text{df}} \mathbf{I}_i \text{ (símbolos funcionais)} \\ (=)^{\text{Gd1}} &=_{\text{df}} \\ (0)^{\text{Gd1}} &=_{\text{df}} \mathbf{1} \\ (+1)^{\text{Gd1}} &=_{\text{df}} \mathbf{V}(\text{sucessor}) \\ (\forall x\varphi)^{\text{Gd1}} &=_{\text{df}} \forall [i:\P] \varphi^{\text{Gd1}}. \end{aligned}$$

O seguinte foi demonstrado:

/ **HP D1.3.2:** Para cada fórmula H' -numérica φ^{Gd1} , temos que $\vdash_{H'} \neg\neg\varphi^{\text{Gd1}} \Rightarrow \varphi^{\text{Gd1}}$. ■

/ **HP D 1.3.3:** Se φ^{Gd1} e ψ^{Gd1} são fórmulas H' -numéricas, então $\vdash_{H'} (\varphi^{\text{Gd1}} \Rightarrow \psi^{\text{Gd1}}) \Leftrightarrow \neg(\varphi^{\text{Gd1}} \wedge \neg\psi^{\text{Gd1}})$. ■

Teorema 1.3.4: Se a fórmula φ é dedutível no sistema de Herbrand estendido (**AH**), então a sua interpretação φ^{Gd1} é dedutível em **H'**. ■

Comentando esses resultados, Gödel (1986a) fez a seguinte observação: “O intuicionismo parece dar lugar a restrições genuínas apenas na análise e na teoria de conjuntos, e essas restrições não resultam da negação do terceiro excluído, mas sim da proibição de conceitos impredicativos”.

Explicitou que o Teorema 1.3.4 fornecia uma demonstração da consistência relativa da aritmética e da lógica clássica com respeito às respectivas teorias intuicionistas, pois se as clássicas fossem contraditórias, também o seriam as intuicionistas.

1.3.2 A interpretação modal

Gödel (1986b)[1933], num breve artigo, interpretou o **CPI** no **CPC** enriquecido com um operador B , o qual forneceria para cada fórmula do tipo $B\varphi$ o significado intuitivo de “ φ é demonstrável”. Assumiu o **CPC**, o qual foi estendido para o sistema formal $\mathcal{G}$ da maneira seguinte.

Axiomas:

1. $B\varphi \rightarrow \varphi$
2. $B\varphi \rightarrow (B(\varphi \rightarrow \psi) \rightarrow B\psi)$
3. $B\varphi \rightarrow BB\varphi$.

Regra de inferência:

$$\varphi \vdash B\varphi.$$

Gödel indicou que o sistema $\mathcal{G}$ seria equivalente ao sistema modal **64** de Lewis, de implicação estrita, se $B\varphi$ fosse interpretado como $\Box\varphi$ (é necessário φ) e fosse acrescentado o axioma de Becker $\Box\varphi \rightarrow \Box\Box\varphi$.

A seguir, definiu a seguinte interpretação

$$\begin{aligned} Gd_2: \&3, \rightarrow \mathcal{G} \\ (p)^{Gd_2} &=_{df} p \\ (\neg\varphi)^{Gd_2} &=_{df} \neg B\varphi^{Gd_2} \\ (\varphi \wedge \psi)^{Gd_2} &=_{df} \varphi^{Gd_2} \wedge \psi^{Gd_2} \\ (\varphi \vee \psi)^{Gd_2} &=_{df} B\varphi^{Gd_2} \vee B\psi^{Gd_2} \\ (\varphi \rightarrow \psi)^{Gd_2} &=_{df} B\varphi^{Gd_2} \rightarrow B\psi^{Gd_2}. \end{aligned}$$

Gödel observou os seguintes fatos:

(i) Poderíamos obter uma outra interpretação definindo:

$$\begin{aligned}(\neg\varphi)^{\text{Gd3}} &=_{\text{df}} B\neg B\varphi^{\text{Gd3}} \text{ e} \\ (\varphi\wedge\psi)^{\text{Gd3}} &=_{\text{df}} B\varphi^{\text{Gd3}}\wedge B\psi^{\text{Gd3}}.\end{aligned}$$

(ii) A interpretação de $p\vee\neg p$ não é derivável em $\mathcal{G}$ e, em geral, se $B\varphi$ e $B\psi$ não são teoremas de $\mathcal{G}$, então $B\varphi\vee B\psi$ não é teorema de $\mathcal{G}$.

(iii) Além disso, Gödel conjecturou que $\vdash_{\text{CPI}} \varphi$ sse $\vdash_{\mathcal{G}} \varphi^{\text{Gd2}}$.

O conectivo B não poderia ser interpretado como “é demonstrável num sistema formal”, pois isso colapsaria com o segundo teorema da incompletude, quando φ é tomada como a sentença que afirma a consistência da aritmética.

A solução da conjectura acima de Gödel surgiu em McKinsey, Tarski (1948), num texto rigoroso e elucidativo. O artigo apresentava um cálculo proposicional de implicação estrita, o qual foi demonstrado ser equivalente ao sistema **6**₄ de Lewis. A seguir, verificou que a álgebra do fecho é um modelo adequado (correto e completo) para **6**₄. Entre os resultados obtidos está o notável: “se $\Box\alpha\vee\Box\beta$ é demonstrável em **6**₄, então α ou β é demonstrável em **6**₄”.

São tratadas extensões do sistema de Lewis, com particular atenção para o sistema **6**₅, classificado como uma extensão normal.

A seguir, o texto estudou o cálculo proposicional de Heyting e verificou que a álgebra de Heyting, denominada no artigo de álgebra de Brouwer, é uma semântica adequada para o sistema intuicionista de Heyting. Demonstrou um resultado análogo ao mencionado sobre **6**₄: se $\alpha\vee\beta$ é demonstrável no **3**, (Heyting), então α ou β é demonstrável no mesmo cálculo.

Finalmente, percebendo uma certa dualidade entre as álgebras do fecho e as álgebras de Heyting, definiu três aplicações do **3**, em **6**₄, tais que α é demonstrável no cálculo de Heyting sse α^{TM} é demonstrável em **6**₄. A primeira aplicação é a seguinte:

TM: **CPI** $\rightarrow$ **S**₄

$$\begin{aligned}(v_i)^{\text{TM}} &=_{\text{df}} \Box v_i \\ (\alpha\vee\beta)^{\text{TM}} &=_{\text{df}} (\alpha)^{\text{TM}}\vee(\beta)^{\text{TM}} \\ (\alpha\wedge\beta)^{\text{TM}} &=_{\text{df}} (\alpha)^{\text{TM}}\wedge(\beta)^{\text{TM}} \\ (\alpha\rightarrow\beta)^{\text{TM}} &=_{\text{df}} \Box((\alpha)^{\text{TM}}\rightarrow(\beta)^{\text{TM}}) \\ (\neg\alpha)^{\text{TM}} &=_{\text{df}} \neg\Diamond(\alpha)^{\text{TM}}.\end{aligned}$$

Pelo uso de semânticas algébricas, o resultado de Tarski e McKinsey foi estendido para o cálculo de predicados em Rasiowa, Sikorski (1953). Esse texto apresentava semânticas algébricas adequadas, no estilo Lindenbaum, para vários sistemas lógicos e, no final, obteve o resultado mencionado através da seguinte aplicação do cálculo de predicados de Heyting (S^*_χ) no cálculo de predicados de Lewis (S^*_λ):

$$\begin{aligned}
 \text{RS: } 6^*_\chi &\rightarrow 6^*_\lambda \\
 (F^k_m(x_{i_1}, \dots, x_{i_k}))^{RS} &=_{df} I(F^k_m(x_{i_1}, \dots, x_{i_k})) \\
 (\alpha \vee \beta)^{RS} &=_{df} \alpha^{RS} \vee \beta^{RS} \\
 (\alpha \wedge \beta)^{RS} &=_{df} \alpha^{RS} \wedge \beta^{RS} \\
 (\alpha \rightarrow \beta)^{RS} &=_{df} I(\neg \alpha^{RS} \vee \beta^{RS}) \\
 (\neg \alpha)^{RS} &=_{df} I(\neg \alpha^{RS}) \\
 (\exists x \alpha)^{RS} &=_{df} (\exists x) \alpha^{RS} \\
 (\forall x \alpha)^{RS} &=_{df} I(\forall x \alpha^{RS}).
 \end{aligned}$$

Devido à alegada simetria entre as álgebras do fecho e as álgebras de Heyting (Brouwer), uma questão que naturalmente se colocou foi a seguinte: existe alguma interpretação de S_4 , ou algum outro sistema modal, no sistema intuicionista? A resposta para tal indagação, até o momento, é parcial, posto que são conhecidas funções, como será visto a seguir, de um sistema modal na aritmética clássica e, portanto, na intuicionista — pois, basta considerarmos a composição dessa função com a de Gödel e o resultado é fornecido —, e não apenas nas lógicas subjacentes.

O primeiro resultado nesse sentido, embora não necessariamente preocupado com a questão acima, está em Solovay (1976), que define a seguinte aplicação:

$$\begin{aligned}
 S: S_4 &\rightarrow \mathbf{ArC}: \\
 (p_i)^S &=_{df} p_i \\
 (\perp)^S &=_{df} \perp \\
 (\alpha \rightarrow \beta)^S &=_{df} \alpha^S \rightarrow \beta^S \\
 (\Box \alpha)^S &=_{df} \text{Bew}(\ulcorner \alpha^S \urcorner),
 \end{aligned}$$

na qual $\ulcorner \beta \urcorner$ denota o numeral do número de Gödel de β e $\text{Bew}(\ulcorner k \urcorner)$ é a fórmula que expressa “ k é o número de Gödel de um teorema da aritmética ($\mathbf{Ar}$)”. Então o seguinte foi demonstrado:

Teorema 1.3.5: $\vdash_{S_4} \alpha$ sse $\vdash_{\mathbf{Ar}} \alpha^S$. ■

Goldblatt (1978) observou uma pequena deficiência na função de Solovay, pois de acordo com a semântica de Kripke para o intuicionismo, dizer que α é aritmeticamente necessária, significa dizer que α é verdadeira em todos os mundos que satisfaçam $\$ \mathbf{Ue}$, pela completude, $\vdash_{Ar} \alpha$. Agora, esse resultado vale exatamente quando $\vdash_{Ar} Bew(\neg \alpha)$ e, então, ser aritmeticamente necessário é equivalente a $\vdash_{Ar} \Box \alpha$, pois pela aplicação S, $(\Box \alpha)^S$ denota $Bew(\neg \alpha)$.

Desde que uma sentença necessariamente verdadeira é uma sentença verdadeira, o esquema $\Box \alpha \rightarrow \alpha$ (T) deveria ser válido em $\mathbf{6_4}$. Entretanto isso não ocorre, pois considerando a função de Solovay, $\vdash_{Ar} Bew(\neg \alpha^S) \rightarrow \alpha^S$ apenas quando $\vdash_{Ar} \alpha^S$. Mas, pela incompletude, sabemos que existem sentenças verdadeiras da aritmética que não são teoremas, então nem toda tradução de $\Box \alpha \rightarrow \alpha$ é um teorema de $\$ \mathbf{U}$ ou seja, (T) não vale em geral.

Goldblatt sugeriu assim uma leve modificação na aplicação de Solovay, de maneira a manter válidos todos os comentários acima e também o esquema (T), definindo:

$$(\Box \alpha)^{SG} =_{df} \alpha \wedge Bew(\neg \alpha),$$

com o significado de “ α é verdadeiro e demonstrável em $\$ \mathbf{U}$ ”. Com essa definição, toda tradução de $\Box \alpha \rightarrow \alpha$ é uma sentença $(\alpha \wedge Bew(\neg \alpha)) \rightarrow \alpha$ da aritmética, que é claramente um teorema.

O texto apresentou algumas traduções interessantes. A primeira envolvia os sistemas modais $\mathbf{4}$: e $\mathbf{6_4^* U}$. O sistema $\mathbf{4}$: é estendido, a partir do cálculo proposicional clássico ($\mathbf{\&3\&}$), da seguinte maneira:

Axiomas:

$$(RN) \quad \Box(\alpha \rightarrow \beta) \rightarrow (\Box \alpha \rightarrow \Box \beta)$$

$$(K) \quad \Box \alpha \rightarrow \Box \Box \alpha$$

$$(W) \quad \Box(\Box \alpha \rightarrow \alpha) \rightarrow \Box \alpha$$

Regra de inferência:

$$\alpha \vdash \Box \alpha.$$

O sistema $\mathbf{S_4Grz}$ é obtido, a partir de $\mathbf{S_4}$, pelo acréscimo do seguinte axioma devido a Grzegorzcyk:

$$(Grz) \quad \Box(\Box(\alpha \rightarrow \Box \alpha) \rightarrow \alpha) \rightarrow \alpha.$$

Definiu, então, a aplicação:

$Gl_1: S_4Grz \rightarrow K_4W$

$$\begin{aligned}(p_i)^{Gl_1} &=_{df} p_i \\ (\alpha \wedge \beta)^{Gl_1} &=_{df} \alpha^{Gl_1} \wedge \beta^{Gl_1} \\ (\alpha \vee \beta)^{Gl_1} &=_{df} \alpha^{Gl_1} \vee \beta^{Gl_1} \\ (\neg \alpha)^{Gl_1} &=_{df} \neg(\alpha^{Gl_1}) \\ (\alpha \rightarrow \beta)^{Gl_1} &=_{df} \alpha^{Gl_1} \rightarrow \beta^{Gl_1} \\ (\Box \alpha)^{Gl_1} &=_{df} \alpha \wedge \Box \alpha^{Gl_1}.\end{aligned}$$

Foi verificado o seguinte resultado:

Teorema 1.3.6: $\vdash_{S_4Grz} \alpha$ sse $\vdash_{K_4W} \alpha^{Gl_1}$. ■

Depois definiu a aplicação:

$SG: K_4W \rightarrow Ar$

$$\begin{aligned}(p_i)^{SG} &=_{df} p_i \\ (\alpha \wedge \beta)^{SG} &=_{df} \alpha^{SG} \wedge \beta^{SG} \\ (\alpha \vee \beta)^{SG} &=_{df} \alpha^{SG} \vee \beta^{SG} \\ (\neg \alpha)^{SG} &=_{df} \neg(\alpha^{SG}) \\ (\alpha \rightarrow \beta)^{SG} &=_{df} \alpha^{SG} \rightarrow \beta^{SG} \\ (\Box \alpha)^{SG} &=_{df} \alpha \wedge Bew(\neg \alpha^{SG} \neg).\end{aligned}$$

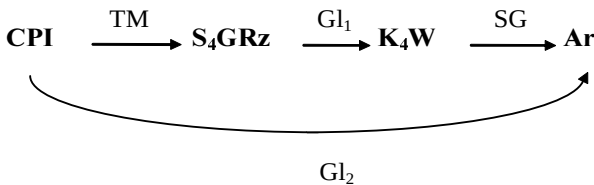
Para a aplicação de Solovay, temos que $\vdash_{K_4W} \alpha$ sse $\vdash_{Ar} \alpha^S$. O mesmo vale para a aplicação SG, ou seja, $\vdash_{K_4W} \alpha$ sse $\vdash_{Ar} \alpha^{SG}$. Dessa forma, segue:

Teorema 1.3.7: Para toda fórmula α numa linguagem modal, $\vdash_{S_4Grz} \alpha$ sse $\vdash_{Ar} (\alpha^{Gl_1})^{SG}$. ■

Finalmente, foi observado que a tradução TM de Tarski e McKinsey, citada acima, pode ser estendida para **S₄Grz** e, então, pela composição de funções, definiu-se a função Gl_2 do **CPI** em **Ar** abaixo:

$Gl_2: CPI \rightarrow Ar$

$$Gl_2(\alpha) =_{df} SGoGl_1oTM(\alpha)$$



O seguinte resultado foi verificado:

7 ~~HRHP~~ D1.3.8: $\vdash_{CPI} \alpha \text{ sse } \vdash_{Ar} \alpha^{Gl2}$. ■

Os textos Boolos (1979a e b) trazem uma síntese dos resultados de Solovay e Goldblatt e definem a aplicação:

B: $6_4^* \mathbf{U} \rightarrow \mathbf{G}$ (Sistema modal de Gödel)

$$\begin{aligned} (p_i)^B &=_{df} p_i \\ (\perp)^B &=_{df} \perp \\ (\alpha \rightarrow \beta)^B &=_{df} \alpha^B \rightarrow \beta^B \\ (\Box \alpha)^B &=_{df} (\Box \alpha^B \wedge \alpha^B). \end{aligned}$$

Para a função B vale o seguinte:

7 ~~HRHP~~ D1.3.9: As seguintes asserções são equivalentes:

- (i) $\vdash_{S4Grz} \alpha$;
- (ii) α é válida em toda ordem parcial finita fraca;
- (iii) $\vdash_G \alpha^B$;
- (iv) toda tradução verdade⁷ de α é um teorema de $\mathbf{S} \mathbf{U}$ ■

Em Goodman (1984) surgiu uma nova extensão dos resultados envolvendo sistemas intuicionistas e modais. O texto considera uma aritmética de primeira ordem, a qual tem como lógica subjacente o sistema 6_4 de Lewis e é denominada *DIIP_pMFDSIVW_pIFD*($\mathbf{S} (\)$), e a aritmética de Heyting ($\mathbf{S} + \backslash$), ou seja, uma teoria dos números construída sobre o cálculo de predicados de Heyting. Dessa forma, devemos entender $\mathbf{S} (\)$ como uma extensão conservativa de $\mathbf{S} + \backslash$.

A seguir, definiu a aplicação:

Gm: $\mathbf{AHy} \rightarrow \mathbf{AE}$

$$\begin{aligned} (\alpha)^{Gm} &=_{df} \alpha, \text{ se } \alpha \text{ é atômica} \\ (\alpha \wedge \beta)^{Gm} &=_{df} \alpha^{Gm} \wedge \beta^{Gm} \\ (\alpha \vee \beta)^{Gm} &=_{df} \Box \alpha^{Gm} \vee \Box \beta^{Gm} \\ (\neg \alpha)^{Gm} &=_{df} \neg(\alpha^{Gm}) \\ (\alpha \rightarrow \beta)^{Gm} &=_{df} \Box(\alpha^{Gm} \rightarrow \beta^{Gm}) \\ (\forall x \alpha)^{Gm} &=_{df} \Box(\forall x \alpha^{Gm}) \\ (\exists x \alpha)^{Gm} &=_{df} (\exists x) \Box \alpha^{Gm}. \end{aligned}$$

⁷Tradução verdade é a tradução de Goldblatt (1978).

Sendo $\$ ($ uma extensão de $\$ + \backslash$, segue que, se $\vdash_{\text{AHy}} \alpha$, então $\vdash_{\text{AE}} \alpha^{\text{Gm}}$. O resultado principal do artigo é a demonstração, via eliminação do corte, da recíproca do resultado acima.

Teorema 1.3.10: Se α é uma sentença de **AHy**, então $\vdash_{\text{AHy}} \alpha$ sse $\vdash_{\text{AE}} \alpha^{\text{Gm}}$. ■

1.4 A interpretação de Gentzen

Em março de 1933, um resultado semelhante ao de Kolmogorov e de Gödel surgia na literatura: Gentzen (1969), um texto rigoroso, completo e, tanto quanto possível, autocontido, com a marca de Gentzen. Devemos salientar que, apesar do uso implícito de uma função da aritmética clássica (**ArC**) na aritmética intuicionista (**ArI**), em momento algum tal aplicação é explicitada.

Na primeira e segunda seções são introduzidos os sistemas formais **ArC** e **ArI** por meio de cálculos de seqüentes (relação de consequência sintática dada por regras envolvendo pares de conjuntos: antecedentes [premissas] e consequentes [conclusões ou conclusão]) e são destacados os conceitos, notações utilizados e a distinção entre a aritmética clássica e a aritmética intuicionista. Na seção seguinte, são estabelecidos dois teoremas que devem ser vistos como lemas para os resultados centrais.

Lema 1.4.1.: Sejam α , β e γ fórmulas quaisquer e x uma variável que não ocorre ligada em α . Se $\neg\neg\alpha \rightarrow \alpha$ e $\neg\neg\beta \rightarrow \beta$ são fórmulas intuicionisticamente verdadeiras, então também são intuicionisticamente verdadeiras as fórmulas $\neg\neg(\neg\alpha) \rightarrow (\neg\alpha)$, $\neg\neg(\alpha \wedge \beta) \rightarrow (\alpha \wedge \beta)$, $\neg\neg(\alpha \rightarrow \beta) \rightarrow (\alpha \rightarrow \beta)$ e $\neg\neg(\forall x\alpha) \rightarrow (\forall x\alpha)$. ■

/ HP D1.4.2: Se α é uma fórmula na qual não ocorrem os símbolos $\vee$ e $\exists$ e se todas as suas subfórmulas elementares (atômicas) são prefixadas por $\neg$, então $\neg\neg\alpha \rightarrow \alpha$ é uma fórmula intuicionisticamente verdadeira. ■

Segue então o resultado principal:

7 HP D 1.4.3: Uma figura de demonstração da aritmética clássica com fórmula final φ é *WDMRIPi YH* numa figura de demonstração da aritmética intuicionista com a fórmula final φ^{Gz} , na qual φ^{Gz} resulta de φ pelo seguinte: cada subfórmula de φ que tenha a forma $\alpha \vee \beta$ deve ser substituída por $\neg(\neg\alpha \wedge \neg\beta)$; cada subfórmula de φ que tenha a forma $\exists x\alpha$ deve ser substituída por $\neg(\forall x\neg\alpha)$; e cada subfórmula contendo a variável proposicional p deve ser substituída por $\neg\neg p$. ■

Observamos aqui que a seguinte aplicação está implicitamente definida:

Gz: **ArC** $\rightarrow$ **ArI**

$$\begin{aligned}
 (p)^{Gz} &=_{df} \neg\neg p \\
 (\neg\phi)^{Gz} &=_{df} \neg\phi^{Gz} \\
 (\phi\wedge\psi)^{Gz} &=_{df} \phi^{Gz}\wedge\psi^{Gz} \\
 (\phi\vee\psi)^{Gz} &=_{df} \neg(\neg\phi^{Gz}\wedge\neg\psi^{Gz}) \\
 (\phi\rightarrow\psi)^{Gz} &=_{df} (\phi^{Gz}\rightarrow\psi^{Gz}) \\
 (\forall x\phi)^{Gz} &=_{df} \forall x\phi^{Gz} \\
 (\exists x\phi)^{Gz} &=_{df} \neg(\forall x\neg\phi^{Gz})
 \end{aligned}$$

As demais fórmulas da aritmética são traduzidas nelas mesmas.

LEMMA 1.4.4: Uma figura de demonstração da aritmética clássica, cuja fórmula final ϕ não contenha nenhuma variável proposicional, nem os símbolos $\vee$ e $\exists$, pode ser transformada numa figura de demonstração da aritmética intuicionista com a mesma fórmula final ϕ . ■

LEMMA 1.4.5: Para toda fórmula da aritmética clássica, existe uma fórmula classicamente equivalente a ela, que é intuicionisticamente derivável sse a fórmula dada é classicamente derivável. ■

LEMMA 1.4.6: Se a aritmética intuicionista é consistente, então a aritmética clássica é consistente. ■

LEMMA 1.4.7: Para toda fórmula puramente lógica, existe uma fórmula classicamente equivalente que é derivável na lógica de predicados intuicionista sse a fórmula dada é derivável na lógica de predicados clássica. ■

Notamos que todas as demonstrações presentes no trabalho de Gentzen são intuicionisticamente aceitáveis.

Também, podemos notar maior simplicidade na interpretação de Gödel que na de Kolmogorov, e o mesmo vale para a de Gentzen com relação a de Gödel.

Os exemplos de traduções vistos nesta seção não são os únicos encontrados na literatura, mas, sem dúvida, nortearam o desenvolvimento do conceito de tradução até a abordagem utilizada neste trabalho e em outros trabalhos. Por isso foram estudados e comentados.

2. LAPIDANDO O CONCEITO

Este capítulo apresenta quatro textos que propuseram definições gerais para a noção de tradução entre lógicas, e procuraram obter os primeiros resultados para uma teoria de traduções.

O primeiro texto que aborda essa questão é Prawitz, Malmnäs (1968). Ele introduz uma definição para o conceito de tradução e outra para tradução que preserva derivabilidade, construindo diversos exemplos. Só mais recentemente surgem textos que desenvolvem estudos sistemáticos sobre o tema: Wójcicki (1988) e Epstein (1990).

O último trabalho nessa linha é da Silva, D'Ottaviano, Sette (1999), que introduz uma definição mais geral que as anteriores e desenvolve um princípio de teoria.

As definições constantes desses quatro textos são estudadas e comparadas nesta seção. Maior ênfase está sobre os três primeiros trabalhos, pois a definição de da Silva, D'Ottaviano, Sette (1999) é, exatamente, a que está sendo usada nas seções seguintes.

2.1 O conceito de Prawitz e Malmnäs

A primeira publicação caracterizando as funções tradução como um dispositivo metodológico para o estudo das inter-relações entre sistemas lógicos apareceu em Prawitz, Malmnäs (1968).

Esse artigo fornece as seguintes definições:

Dados dois sistemas lógicos S_1 e S_2 , uma *interpretação* ou *tradução* de S_1 em S_2 é uma função T que associa fórmulas de S_1 a fórmulas de S_2 tal que, para cada fórmula α de S_1 :

$$\vdash_{S_1} \alpha \text{ sse } \vdash_{S_2} T(\alpha).$$

Quando isso ocorre, também podemos dizer que S_1 é *IQMSUWYH* em S_2 por T .

Se para cada conjunto de fórmulas $\Gamma \cup \{\alpha\}$ de S_1 temos que:

$$\Gamma \vdash_{S_1} \alpha \text{ sse } T(\Gamma) \vdash_{S_2} T(\alpha),$$

sendo $T(\Gamma) =_{\text{df}} \{T(\gamma) / \gamma \in \Gamma\}$, então S_1 é *IQMSUWYHFRP UHDDmR j CHUDEIQCDGH* em S_2 por T .

Se a função T é definida por esquemas de fórmulas de S_2 , então S_1 é *IQMSUWYHCHTXP DMFDP HQM* em S_2 por meio de T .

O texto mostra uma síntese de interpretações conhecidas na literatura e introduz alguns novos exemplos, os quais são justificados pelo método de normalização das árvores de deduções, procedimento fortemente vinculado ao trabalho de Prawitz.

2.2 O conceito de Wójcicki

O primeiro livro a abordar o tema “traduções” é Wójcicki (1988), que no capítulo inicial estabelece os conceitos básicos para o desenvolvimento de seu trabalho. Uma linguagem proposicional S é considerada como uma álgebra livre $(S, \iota_1, \dots, \iota_n)$ gerada sobre um conjunto de variáveis proposicionais, na qual S é um conjunto de fórmulas e $\iota_1, \dots, \iota_n$ são os conectivos de S . Um cálculo proposicional é um par $(S, \mathbf{C})$, no qual S é uma linguagem proposicional e $\mathbf{C}$ é um operador de consequência sobre S .

O par $(6, \mathbf{C})$ é um cálculo lógico se $\mathbf{C}$ é um operador de consequência estrutural sobre S , isto é, se $s\mathbf{C}(\Delta) \subseteq \mathbf{C}(s\Delta)$, para toda substituição s definida sobre fórmulas de S .

Na Seção 1.8 do livro, é apresentada uma definição bastante complexa para traduções entre cálculos lógicos.

Sejam $\mathbf{6}_1$ e $\mathbf{6}_2$ duas linguagens proposicionais que partilham as mesmas variáveis proposicionais. Uma *WDXomR* entre as linguagens $\mathbf{6}_1$ e $\mathbf{6}_2$ é a uma aplicação $t: S_1 \rightarrow S_2$ tal que:

(i) para cada variável p existe uma fórmula $\varphi(p_0)$ em S_2 na variável p_0 de maneira que:

$$t(p) =_{df} \varphi(p);$$

(ii) para cada conectivo (operador) ι_i de S_1 de aridade k , existe uma fórmula φ_i em S_2 tal que, para todos $\alpha_1, \dots, \alpha_k$ em S_1 :

$$t(\iota_i(\alpha_1, \dots, \alpha_k)) =_{df} \varphi_i(t\alpha_1/p_1, \dots, t\alpha_k/p_k).$$

Dados dois cálculos lógicos $(S_1, \mathbf{C}_1)$ e $(S_2, \mathbf{C}_2)$, uma tradução entre os cálculos $(S_1, \mathbf{C}_1)$ e $(S_2, \mathbf{C}_2)$ é uma aplicação $t: S_1 \rightarrow S_2$ que é uma tradução entre as linguagens e para todo $\Delta \cup \{\alpha\} \subseteq S_1$:

$$\alpha \in \mathbf{C}_1(\Delta) \text{ sse } t(\alpha) \in \mathbf{C}_2(t(\Delta)).$$

Como exemplo, utilizando a sua teoria, o autor mostra uma tradução do **CPC** no sistema proposicional trivalente de Lukasiewicz $\mathbf{L}_3$, definindo:

$$W: \mathbf{CPC} \rightarrow \mathbf{L}_3$$

$$\begin{aligned} (p)^W &=_{df} p \\ (\alpha \rightarrow \beta)^W &=_{df} \alpha \rightarrow (\alpha \rightarrow \beta) \\ (\neg \alpha)^W &=_{df} \alpha \rightarrow (\alpha \rightarrow \neg(\alpha \rightarrow \alpha)). \end{aligned}$$

Aqui ocorre um primeiro exemplo de tradução envolvendo um sistema lógico que não seja modal, nem intuicionista e nem clássico.

Contudo, o uso dado por Wójcicki para as traduções, em seu livro, é relativamente pequeno e localizado.

2.3 O conceito de Epstein

Apenas com Epstein (1990) surge um trabalho que faz uso sistemático de traduções entre lógicas. Sendo um livro voltado para o estudo de sistemas lógicos proposicionais, desde os primeiros capítulos o conceito de tradução é usado na análise da correlação entre o sistema clássico e os diversos sistemas abordados: sistemas lógicos de relacionamento, de dependência, modais, intuicionistas, polivalentes e o

sistema paraconsistente $\mathbf{J}_3$ introduzido em D'Ottaviano, da Costa (1970). Evidenciando uma motivação fundamental de análise semântica, o autor apresenta, no capítulo quarto, uma estrutura geral para semânticas proposicionais, a semântica de atribuição de conjuntos. Com isso, obtém um dispositivo um pouco mais uniforme para análise dos sistemas por ele estudados, pois os seus modelos passam a admitir um núcleo comum.

Para uma visão da semântica de atribuição de conjuntos, tal como em Epstein (1990), seja $\mathbf{L}$ a classe das linguagens $L(p_0, p_1, \dots; \iota_0, \iota_1, \dots, \iota_n)$, na qual p_i é uma variável proposicional e ι_j é um conectivo com aridade r_j , para $r_j \geq 0$. O conjunto das variáveis proposicionais de L é denotado por $\mathbf{P}$ e o conjunto das fórmulas de L é denotado por $\mathbf{F}$. O *FRONTOIR* *GDV* *IRUP* *XDV* é definido indutivamente por:

- (i) $(p_i) \in \mathbf{P}$ para cada $i \in \mathbb{N}$;
- (ii) se ι_j é um conectivo com aridade k e $\alpha_1, \dots, \alpha_k \in \mathbf{F}$ então $\iota_j(\alpha_1, \dots, \alpha_k) \in \mathbf{F}$;
- (iii) nenhuma outra concatenação de símbolos de L é uma fórmula.

Dada uma linguagem $L \in \mathbf{L}$ e um conectivo ι_j de L com aridade r_j , a *IXQmR* *GHYHGDG* para ι_j é uma aplicação $f_j: \{1, 0\}^{r_j} \rightarrow \{1, 0\}$.

Assim, um *PRGHR* *IRUP* *DOGHDIEXLomR* *GHFRONTOIRV* para L com relação às funções de verdade $f_0, \dots, f_n$ associadas aos conectivos $\iota_0, \dots, \iota_n$ é uma quádrupla:

- $\mathcal{A} = (Y, s, S, \{R_j / 0 \leq j \leq n\})$, na qual:
 - (i) Y é uma valoração $Y: \mathbf{F} \rightarrow \{1, 0\}$;
 - (ii) S é um conjunto;
 - (iii) $s: \mathbf{F} \rightarrow \mathcal{P}(S)$ é uma atribuição de conjuntos tal que, a menos que o contrário seja indicado, $S \neq \emptyset$;
 - (iv) $R_j \subseteq \mathcal{P}(S^{r_j})$ é a relação que governa a tabela de verdade de ι_j .
- A valoração Y é estendida indutivamente para todas as fórmulas por:
 $Y(\iota_j(\alpha_1, \dots, \alpha_i)) = 1$ sse $\{R_j(s(\alpha_1), \dots, s(\alpha_i)) \text{ e } f_j(Y(\alpha_1), \dots, Y(\alpha_i)) = 1\}$,
 que é a tabela de verdade para ι_j .

Se $Y(\alpha) = 1$, escrevemos $\mathcal{A} \models \alpha$ e se, para toda $\beta \in \Gamma$, temos que $Y(\beta) = 1$, indicamos por $\mathcal{A} \models \Gamma$.

Apesar do uso constante de traduções ao longo do texto, apenas no décimo capítulo,⁸ denominado *Translations between logics*, Epstein apresenta um princípio de teoria de traduções. Como ao longo do livro ele verifica que todos os sistemas tratados admitem a adequação forte segundo os modelos de atribuição de conjuntos e

⁸Este capítulo foi desenvolvido com a colaboração de Stanislaw Krajewski.

outras semânticas, ele define o conceito de tradução atendo-se à relação de consequência semântica.

Assim, sejam L_1, L_2 dois sistemas lógicos proposicionais e L_1, L_2 as suas respectivas linguagens.

Uma *DSQFDmR GHYDQDGH* de L_1 em L_2 é uma função $*$: $L_1 \rightarrow L_2$ tal que, para toda fórmula α de L_1 : $\models_{L_1} \alpha$ sse $\models_{L_2} \alpha^*$.

Uma *WDGXomR* é uma função $*$: $L_1 \rightarrow L_2$ tal que, para todo $\Gamma \cup \{\alpha\}$ de L_1 , vale:

$\Gamma \models_{L_1} \alpha$ sse $\Gamma^* \models_{L_2} \alpha^*$,
sendo $\Gamma^* = \{\sigma^* / \sigma \in \Gamma\}$.

Uma *DSQFDmR JUDP DMFD* é uma função de uma linguagem $L(p_0, p_1, \dots, \neg, \rightarrow)$ ⁹ em qualquer outra linguagem formal na qual existem esquemas A, B e C tais que:

$(p)^* = A(p)$
 $(\neg \varphi)^* = B(\varphi^*)$
 $(\varphi \rightarrow \psi)^* = C(\varphi^*, \psi^*)$.

Uma *tradução gramatical* é uma tradução que é aplicação gramatical.

São comentadas as traduções obtidas no desenvolvimento do livro e é demonstrado o seguinte resultado.

7HUPD 2.3.1: Se L é qualquer um dos sistemas lógicos não clássicos estudados no livro de maneira que, na linguagem de L , os símbolos $\neg$ e $\rightarrow$ ocorram como primitivos, então não existe tradução gramatical de L no **&3&**. ■

É ainda proposto um conceito de tradução que preserve modelos, para o qual é central a noção, previamente introduzida pelo autor, de uma semântica de atribuição de conjuntos, pois essas semânticas têm algum aspecto uniforme para todos os sistemas estudados.

Considerando L uma classe de modelos de atribuições de conjuntos e A um modelo de L , seguem as definições.

Sejam L_1 e L_2 sistemas lógicos, L_1 e L_2 suas linguagens e L_1 e L_2 as suas classes de modelos de atribuição de conjuntos. Então:

(i) dois modelos A e B de L são *elementarmente equivalentes*, o que é denotado por $A \equiv B$, se para toda fórmula α , $A \models \alpha$ sse $B \models \alpha$.

(ii) uma aplicação $*$: $L_1 \rightarrow L_2$ *preserva modelos sob equivalência elementar* com relação a L_1 e L_2 , se induz uma aplicação $*$: $L_2 \rightarrow L_1$ tal que, para todo $A \in L_1$ existe algum $B \in L_2$, com $B^* \equiv A$, de maneira que sejam satisfeitas as seguintes cláusulas da semântica de atribuição de conjuntos:

⁹Os símbolos entre parênteses indicam aqueles que ocorrem em L .

$$B = (Y, s, S) \alpha B^* = (Y^*, s^*, S^*):$$

$$S^* \subseteq S$$

$$Y^*(p) = Y(p^*), \text{ para toda variável proposicional } p \text{ de } L_1$$

$$s^*(\varphi) = s(\varphi^*), \text{ para toda fórmula } \varphi \text{ de } L_1$$

$$Y^*(\varphi) = Y(\varphi^*), \text{ para toda fórmula } \varphi \text{ de } L_1.$$

(iii) uma aplicação $*$: $L_1 \rightarrow L_2$ *SUPLYDPRGHV* com relação a L_1 e L_2 se preserva modelos sob equivalência elementar com relação a L_1 e L_2 e a aplicação $*$: $L_2 \rightarrow L_1$ é sobrejetora.

Uma tradução é *semanticamente fiel* se é gramatical e preserva modelos com relação a semânticas fortemente adequadas para os sistemas lógicos.

No capítulo, são indicados alguns exemplos de traduções semanticamente fiéis e verificado que uma tradução semelhante à aplicação TM de Tarski e McKinsey, introduzida na Seção 1, é semanticamente fiel. Esse é o arquétipo de traduções com tal propriedade. As conhecidas traduções do **CPC** no **CPI** não são semanticamente fiéis.

Finalmente, o autor salienta que traduções de um sistema lógico nele mesmo, definido por conjuntos diferentes de símbolos primitivos, sempre são semanticamente fiéis e mais, é sempre possível a definição de traduções semanticamente fiéis para tais sistemas em ambos os sentidos. Com isso, interroga se seria esse um critério para afirmar que dois sistemas são idênticos.

Algumas outras questões são propostas no capítulo intitulado “Translations between logics” e algumas dessas serviram de motivação para o desenvolvimento de outros trabalhos sobre traduções, como por exemplo, a relativa à existência de tradução do cálculo proposicional intuicionista no cálculo proposicional clássico, tratada em Feitosa (1997).

2.4 O conceito de da Silva, D’Ottaviano e Sette

Um trabalho mais recente e brasileiro versando sobre traduções entre lógicas é da Silva, D’Ottaviano, Sette (1999). Uma lógica é entendida como um par ordenado no qual o primeiro termo é um conjunto qualquer e o segundo é um operador de consequência de Tarski, definido sobre o conjunto dado. A partir daí, é proposta uma definição bem mais geral para o conceito de tradução entre lógicas.

A definição para tradução, introduzida nesse texto, é a de uma função definida entre os domínios de duas lógicas, de maneira que a derivabilidade seja preservada.¹⁰

¹⁰O estudo de propriedades lógicas a partir de funções contínuas definidas entre conjuntos munidos com operadores de fecho foi alvo de interesse do Prof. Dr. Mario Tourasse Teixeira, no início da década de setenta, conforme pode ser verificado a partir dos trabalhos D’Ottaviano (1973) e Hoppmann (1973), desenvolvidos sob sua orientação.

Com essa definição, os autores destacam que a função identidade do **CPI** no **CPC** e, também, a função esquecimento de qualquer sistema modal **M** no **CPC** é tradução.

Este artigo é caracterizado pelo estudo de quais propriedades lógicas podem e devem ser preservadas via traduções. Quase todas as funções estudadas no capítulo anterior se destinam a preservar teoremas, de maneira que a consistência relativa de um sistema com relação ao outro seja uma consequência imediata. O artigo desta seção busca quebrar essas amarras e pesquisar quais outras propriedades lógicas podem ser preservadas sob traduções.

É demonstrado que a classe de todas as lógicas, com suas respectivas traduções, determina uma categoria, denotada por **Tr**. A seguir, é verificado que **Tr** é uma categoria completa e co-completa, ou seja, todo diagrama em **Tr** tem limite.

Todos esses conceitos de tradução ou interpretação se assemelham um pouco e, dessa forma, podem ser comparados.

O conceito mais restritivo é o de Wójcicki, por dois motivos. Primeiro, exige para uma tradução que os conjuntos de variáveis proposicionais dos dois sistemas analisados contenham as mesmas variáveis. Em geral isso não é um grande problema, mas em certas construções pode ser necessário distinguir esses dois conjuntos. O segundo motivo é mais determinante, pois para esse autor, uma tradução tem que ser definida por meio de esquemas, o que nem sempre é possível. Assim, toda tradução, segundo Wójcicki, é uma interpretação esquemática com relação à derivabilidade de Prawitz e Malmnäs.

A interpretação intuicionista de Gödel $Gd_1: \&3\& \rightarrow \&3$, é uma tradução segundo Prawitz e Malmnäs, mas não respeita derivabilidade, como pode ser visto em D'Ottaviano, Feitosa, 1999a e, portanto, não é tradução no sentido de nenhuma das outras definições.

Desde que a definição de Epstein faz uso da consequência semântica, é razoável supor que os sistemas analisados admitam modelos fortemente adequados. Dessa forma, o conceito de aplicação conservativa e tradução de Epstein coincide, respectivamente, com o de interpretação e interpretação com relação à derivabilidade de Prawitz e Malmnäs. O conceito de tradução gramatical de Epstein visa resgatar o conceito de interpretação esquemática de Prawitz e Malmnäs.

Os trabalhos de Epstein e Wójcicki se atêm ao trato de sistemas lógicos proposicionais, enquanto o texto de Prawitz e Malmnäs aborda, também, sistemas de primeira ordem.

Toda função que preserva derivabilidade e se enquadra nas definições propostas nos três primeiros trabalhos também é tradução segundo da Silva, D'Ottaviano e Sette, porém, a recíproca não é verdadeira. As funções 1: **CPI** $\rightarrow$ **CPC** (os dois sistemas com o mesmo conjunto de fórmulas) e E: **M** $\rightarrow$ **CPC** (função esquecimento para o sistema modal **M**) não são traduções segundo as três primeiras definições. Além disso, essa última definição possibilita o estudo da inter-relação de sistemas lógicos, construídos sobre linguagens de qualquer ordem, de maneira natural.

Estudar traduções, vendo-as como uma ferramenta no estudo e análise de sistemas lógicos, parece ser uma idéia interessante e com um horizonte amplo e promissor. Em muitos casos, pode ser um catalisador no estudo de sistemas lógicos.

3. AS TRADUÇÕES E OS SISTEMAS DE TARSKI

Agora vamos introduzir o conceito das lógicas de Tarski e a seguir rever alguns aspectos de uma teoria de traduções entre essas lógicas. Essa é uma versão bastante geral para o estudo das traduções e tem como característica o fato de poder tratá-las de maneira similar ao estudo dos espaços topológicos, ou melhor, usando elementos de topologia.

3.1. Sistemas lógicos e traduções

Nesta seção, resgatamos alguns conceitos lógicos, obtidos a partir dos operadores de consequência de Tarski, que são convenientes para este estudo e apresentamos um princípio de teoria de traduções entre os sistemas dedutivos definidos nesse caminho.

Um *operador de consequência* sobre E é a uma aplicação $\mathbf{C}: \mathcal{P}(E) \rightarrow \mathcal{P}(E)$ tal que, para todos $A, B \subseteq E$, valham:

- (i) $A \subseteq \mathbf{C}(A)$;
- (ii) $A \subseteq B \Rightarrow \mathbf{C}(A) \subseteq \mathbf{C}(B)$;
- (iii) $\mathbf{C}(\mathbf{C}(A)) \subseteq \mathbf{C}(A)$.

Certamente, para todo operador de consequência $\mathbf{C}$, por (i) e (iii), vale a igualdade $\mathbf{C}(\mathbf{C}(A)) = \mathbf{C}(A)$. O operador de consequência é também, em alguns textos, denominado de operador de fecho.

Um operador de consequência $\mathbf{C}$ sobre E é *finitário* se, para todo $A \subseteq E$, $\mathbf{C}(A) = \cup \{ \mathbf{C}(A_0) / A_0 \text{ é subconjunto finito de } A \}$.

Seja $\mathbf{C}$ um operador de consequência sobre E . O conjunto A é *fechado* em E se $\mathbf{C}(A) = A$, e A é *aberto* se o complementar de A , indicado por CA , é fechado. Um elemento $x \in E$ é *denso* em E se $\mathbf{C}(\{x\}) = E$.

Dados dois operadores de consequência $\mathbf{C}$ e $\mathbf{C}^*$ sobre E , o operador $\mathbf{C}$ é *mais forte* que $\mathbf{C}^*$, o que é denotado por $\mathbf{C}^* \pi \mathbf{C}$, se todo fechado segundo $\mathbf{C}$ é também um fechado segundo $\mathbf{C}^*$. Nesse caso, dizemos também, que $\mathbf{C}^*$ é *mais fraco* que $\mathbf{C}$.

Um *sistema dedutivo* é um par $L = (L, \mathbf{C})$, no qual L é um conjunto qualquer e $\mathbf{C}$ é um operador de consequência sobre L . Se L_1 e L_2 são dois sistemas dedutivos, então L_1 é um *subsistema* de L_2 quando, para todo $A \subseteq L_1$, temos $\mathbf{C}_1(A) = \mathbf{C}_2(A) \cap L_1$. Indicamos isso por $L_1 \subseteq L_2$.

3URSRMonR3.1.1: L_1 é um subsistema de L_2 se, e somente se, $L_1 \subseteq L_2$ e $\mathbf{C}_1 = \mathbf{C}_2|_{L_1}$. ■

Bem, apesar dessa construção bastante geral, na qual falamos de sistemas dedutivos sem uma linguagem formal subjacente e um conjunto de conectivos e símbolos lógicos específicos, quando tratamos de cálculos lógicos, usualmente, temos esses elementos em mente. Assim, vamos procurar, embora de uma maneira muito geral, resgatar tais elementos para os nossos objetos de estudo.

Para uma linguagem formal L , seja $\mathbf{F}(L)$ o conjunto das fórmulas definidas sobre L . Um $RSHDGRUGHFRQHTürQFIDVREUH/$ é um operador de consequência sobre o conjunto $\mathbf{F}(L)$.

Dada uma linguagem formal L , consideremos a álgebra livre das fórmulas de L , gerada pelo conjunto das fórmulas atômicas $\mathbf{F}^{at}(L)$, também denotada por $\mathbf{F}(L)$. Uma $VXEVIKlonR$ é um endomorfismo s de $\mathbf{F}(L)$, ou seja, $s \in +\mathbf{RP}(\mathbf{F}(L), \mathbf{F}(L))$.

Sejam L uma linguagem formal, $\mathbf{C}$ um operador de consequência sobre L e $s \in +\mathbf{RP}(\mathbf{F}(L), \mathbf{F}(L))$. O operador de consequência $\mathbf{C}$ é $HWWIKUD$ se $\mathbf{C}(\Gamma) \subseteq \mathbf{C}(s(\Gamma))$, para todo $\Gamma \subseteq \mathbf{F}(L)$. O operador $\mathbf{C}$ é “ $WQGDG$ ” se $\mathbf{C}$ é estrutural e finitário.

O conceito de sistema lógico permite-nos caracterizar casos particulares de lógicas, nos quais podemos exigir que o operador seja finitário, estrutural ou “standard”.

Um $VWMPDQJIFR$ definido sobre L é um par $L = (L, \mathbf{C})$, no qual L é uma linguagem formal e $\mathbf{C}$ é um operador de consequência sobre L . Se L é um sistema lógico, o conjunto $\mathbf{F}(L)$ também é denotado por $\mathbf{F}(L)$. Uma $WRUD \Delta$ do sistema lógico $L = (L, \mathbf{C})$ é um conjunto $\Delta \subseteq \mathbf{F}(L)$ fechado em L .

Claramente, $\mathbf{C}(\emptyset)$ e $\mathbf{F}(L)$ correspondem à menor e à maior teorias, respectivamente, associadas ao operador de consequência $\mathbf{C}$. Um elemento de uma teoria Δ de L é denominado um $WRUPD$ de Δ . Por um teorema de L é entendido um teorema de $\mathbf{C}(\emptyset)$. O conjunto dos teoremas de L é denotado por $\mathbf{Th}(L) = \{\alpha / \alpha \in \mathbf{C}(\emptyset)\}$.

Um sistema lógico $L = (L, \mathbf{C})$ é *vácuo* se $\mathbf{C}(\emptyset) = \emptyset$, ou seja, o seu conjunto de teoremas é vazio.

Os espaços topológicos são tipos de sistemas dedutivos vácuos. Os sistemas lógicos de real interesse são os não vácuos. Para esses sistemas, o conjunto vazio não é fechado, pois sempre existe $\alpha \in \mathbf{C}(\emptyset) \neq \emptyset$. Dois exemplos interessantes de sistemas lógicos vácuos são os sistemas trivalentes de Kleene $\mathbf{K}_3$ e de Bochvar $\mathbf{B}_3$.¹¹

¹¹Ver Bolc e Borowik (1992) e Malinowski (1993).

Além da linguagem formal, uma outra característica freqüente nas lógicas é a sua apresentação no estilo Hilbertiano dado por um conjunto de axiomas e regras de inferência. Apesar de nossa abordagem geral, também aqui podemos contemplar tais quesitos.

Seja Δ uma teoria e Λ um conjunto de fórmulas. A teoria Δ é *axiomatizável* por Λ se $\Lambda \subseteq \Delta$ e todo membro de Δ é consequência de Λ segundo o operador de consequência **C**, isto é, $\mathbf{C}(\Lambda) = \Delta$. A teoria Δ é *finitamente axiomatizável* se é axiomatizável por algum conjunto com um número finito de axiomas.

Se conhecermos do sistema lógico, além dos axiomas, também as regras de inferência, por certo, teremos um operador de consequência e, portanto, um sistema lógico. Para um sistema lógico L qualquer, tal que $\Delta \subseteq \mathbf{For}(L)$ e $\alpha \in \mathbf{For}(L)$, o par (Δ, α) , escrito na forma $\Delta \vdash \alpha$, usualmente, é entendido como a existência de uma dedução de α a partir de Δ .

Dados um operador de consequência **C** e uma dedução $\Delta \vdash \alpha$ em L , dizemos que a dedução $\Delta \vdash \alpha$ é *correta* para **C** se, e somente se, $\alpha \in \mathbf{C}(\Delta)$. Uma dedução correta para **C** é denotada por $\Delta \vdash_{\mathbf{C}} \alpha$. Nesse caso, $\Delta \vdash_{\mathbf{C}} \alpha$ corresponde a uma outra notação para $\alpha \in \mathbf{C}(\Delta)$.

Um conjunto $\Delta \subseteq \mathbf{For}(L)$ é *não trivial* se $\mathbf{C}(\Delta) \neq \mathbf{For}(L)$ e é *trivial* se $\mathbf{C}(\Delta) = \mathbf{For}(L)$. O sistema lógico L é *trivial* se $\mathbf{C}(\emptyset) = \mathbf{For}(L)$, ou seja, $\mathbf{Teo}(L) = \mathbf{For}(L)$.

Proposição 3.1.2: Se Δ admite alguma fórmula densa, então é trivial. ■

Seja $L = (L, \mathbf{C})$ um sistema lógico cuja linguagem L tem um símbolo $\neg$ que corresponde a uma negação. Um conjunto de fórmulas $\Delta \subseteq \mathbf{For}(L)$ é *inconsistente* se existe uma fórmula α tal que $\alpha \in \mathbf{C}(\Delta)$ e $\neg\alpha \in \mathbf{C}(\Delta)$. O conjunto Δ é *consistente* se não é inconsistente.

Se L tem negação, então o sistema lógico L é consistente se $\mathbf{Teo}(L)$ é consistente, ou seja, para nenhuma $\alpha \in \mathbf{For}(L)$, $\alpha \in \mathbf{C}(\emptyset)$ e $\neg\alpha \in \mathbf{C}(\emptyset)$.

Todo conjunto de fórmulas numa linguagem com negação que seja trivial é inconsistente. Muito freqüentemente, ser trivial é equivalente a ser inconsistente, contudo, existem sistemas lógicos, como, por exemplo, os paraconsistentes,¹² nos quais ser inconsistente não é o mesmo que ser trivial. Assim, nesses sistemas, podemos obter conjuntos inconsistentes sem que toda fórmula seja consequência desses conjuntos.

Com esses conceitos iniciais sobre os sistemas lógicos, podemos passar ao estudo das traduções entre tais sistemas.

¹²Ver D'Ottaviano (1990).

Sejam L_1 e L_2 dois sistemas lógicos. Uma *WDG_{Hom}R* de L_1 em L_2 é uma aplicação $T: L_1 \rightarrow L_2$ tal que para todo subconjunto de fórmulas $\Gamma \cup \{\alpha\} \subseteq \mathbf{R}(L_1)$ vale:

$$\alpha \in \mathbf{C}_1(\Gamma) \Rightarrow T(\alpha) \in \mathbf{C}_2(T(\Gamma)).$$

Para sistemas lógicos com dedução correta, a função T é uma tradução se:

$$\Gamma \vdash_{L_1} \alpha \Rightarrow T(\Gamma) \vdash_{L_2} T(\alpha).$$

Como, para $\Gamma = \emptyset$, temos que $T(\emptyset) = \emptyset$, então toda tradução leva teoremas de L_1 em teoremas de L_2 , ou seja: $\vdash_{L_1} \alpha \Rightarrow \vdash_{L_2} T(\alpha)$.

3 URS_{Mon}R3.1.3: Uma aplicação $T: L_1 \rightarrow L_2$ é uma tradução sse $T(\mathbf{C}_1(\Gamma)) \subseteq \mathbf{C}_2(T(\Gamma))$, para todo $\Gamma \subseteq \mathbf{R}(L_1)$, sendo $T(\Gamma) = \{T(\alpha) / \alpha \in \Gamma\}$. ■

7 HR_{UP}D3.1.4: Seja $T: L_1 \rightarrow L_2$ uma aplicação entre sistemas lógicos. As seguintes afirmações são equivalentes:

(i) T é uma tradução

(ii) a imagem inversa de um conjunto fechado é um conjunto fechado

(iii) a imagem inversa de um conjunto aberto é um conjunto aberto. ■

Uma aplicação é *IHKDGD* se a imagem de todo conjunto fechado é um conjunto fechado. Uma *DSOF_{Dom}R FROHYDWD* de um sistema lógico L_1 em um sistema lógico L_2 é uma função $F: L_1 \rightarrow L_2$, tal que para toda fórmula α de L_1 :

$$\vdash_{L_1} \alpha \Leftrightarrow \vdash_{L_2} F(\alpha).$$

Uma *WDG_{Hom}R FROHYDWD* é uma aplicação T de L_1 em L_2 , tal que para todo conjunto $\Gamma \cup \{\alpha\} \subseteq \mathbf{R}(L_1)$:

$$\alpha \in \mathbf{C}_1(\Gamma) \Leftrightarrow T(\alpha) \in \mathbf{C}_2(T(\Gamma)).$$

Para sistemas lógicos com dedução correta, a função T é uma tradução se:

$$\Gamma \vdash_{L_1} \alpha \Leftrightarrow T(\Gamma) \vdash_{L_2} T(\alpha).$$

Dois sistemas lógicos L_1 e L_2 são */-KRP_{HRP}RURV* se existe uma função bijetora $T: L_1 \rightarrow L_2$, tal que T e T^{-1} sejam traduções. Nesse caso, a função T é denominada um */-KRP_{HRP}RUIVP_R*.

3 URS_{Mon}R 3.1.5: Seja $T: L_1 \rightarrow L_2$ uma bijeção. Então T é um L-homeomorfismo sse $T(\mathbf{C}_1(A)) = \mathbf{C}_2(T(A))$, para todo $A \subseteq L_1$. ■

Proposição 3.1.6: Seja $T: L_1 \rightarrow L_2$ uma função entre sistemas lógicos. Então T é um L-homeomorfismo sse T é uma tradução conservativa e bijetora. ■

Consideremos que L_1 é uma linguagem contendo apenas conectivos unários e binários e tal que $\sigma_0, \sigma_1, \sigma_2, \dots$ indicam as fórmulas atômicas de L_1 . Sendo L_2 uma linguagem qualquer, então uma aplicação $f: L_1 \rightarrow L_2$ é *esquemática* se existem esquemas de fórmulas $A, B_{\#}, C_{\&}$ de L_2 tais que:

- (i) $f(\sigma) = A(\sigma)$, para cada fórmula atômica de L_1 ;
- (ii) $f(\# \alpha) = B_{\#}(f(\alpha))$, para cada conectivo unário de L_1 ;
- (iii) $f(\alpha \& \beta) = C_{\&}(f(\alpha), f(\beta))$, para cada conectivo binário de L_1 .

Uma aplicação esquemática é um homomorfismo entre linguagens, pois preserva a estrutura algébrica da álgebra das fórmulas associadas com as respectivas linguagens.

Uma aplicação esquemática é *literal* se traduz cada conectivo nele mesmo, ou seja, $f(\# \alpha) = \# f(\alpha)$ e $f(\alpha \& \beta) = f(\alpha) \& f(\beta)$. Uma função T é uma *tradução esquemática* se T é tradução e aplicação esquemática.

3.2 As traduções e os cálculos semânticos

Embora, usualmente, uma lógica tenha uma apresentação dada sobre um sistema formal, ou pelo menos sobre uma linguagem formal, não pode ser esquecido o componente semântico das lógicas. Há ainda, quem defenda que uma lógica é um cálculo formal munido de um modelo adequado, isto é, correto e completo para o cálculo. Então, nesta seção, vamos introduzir um conceito bastante genérico de lógica, os cálculos semânticos, que procuram contemplar essas considerações. Apesar do uso de semânticas, continuaremos a tratar com linguagens formais e estudar suas inter-relações através de funções.

Consideremos uma linguagem formal L sobre a qual está associada uma classe de estruturas, indicada por $(\mathbf{WL})$. Não vamos especificar claramente o que é uma estrutura para L , mas de acordo com a concepção usual, é um conjunto munido de operações, relações e outras características necessárias, sobre o qual seja possível interpretar os símbolos, indivíduos e operadores de L . Além disso, consideramos que para cada linguagem L está definida uma relação de satisfação $\models \subseteq (\mathbf{WL}) \times \mathbf{R}(L)$, com o seguinte significado: para cada par $(\mathcal{A}, \alpha)$, se $(\mathcal{A}, \alpha) \in \models$, então escrevemos $\mathcal{A} \models \alpha$, e entendemos que a estrutura $\mathcal{A}$ satisfaz a fórmula α , e se $(\mathcal{A}, \alpha) \notin \models$, então $\mathcal{A}$ não satisfaz a fórmula α e denotamos isso por $\mathcal{A} \not\models \alpha$.

Seja L uma linguagem formal e Γ um conjunto de fórmulas de L . Um *PRGHR* para Γ é uma estrutura $\mathcal{A} \in (\mathbf{WL})$ para a qual:

$$\alpha \in \Gamma \Rightarrow \mathcal{A} \models \alpha.$$

A classe dos modelos de Γ é denotada por $\mathbf{Mod}(\Gamma)$.

Um *modelo adequado* para Γ é uma estrutura $\mathcal{A} \in \mathbf{Est}(L)$ tal que, para toda fórmula $\alpha \in \mathbf{For}(L)$: α pertence a Γ se, e somente se, $\mathcal{A}$ satisfaz α , ou seja:

$$\alpha \in \Gamma \Leftrightarrow \mathcal{A} \models \alpha.$$

Para $\Delta \subseteq \mathbf{For}(L)$, a *classe dos modelos de Δ* é definida por:

$\mathbf{Mod}(\Delta) =_{df} \{A \in \mathbf{Est}(L) / A \models \alpha, \text{ para toda } \alpha \in \Delta\}$.

E para $M \subseteq \mathbf{Mod}(\Gamma)$, a *teoria de M* é definida por:

$\mathbf{T}(M) =_{df} \{\beta \in \mathbf{For}(L) / A \models \beta, \text{ para toda } A \in M\}$.

Segue dessas definições que $\Delta \subseteq \mathbf{T}(\mathbf{0} \mathbf{RQ}(\Delta))$ e que $M \subseteq \mathbf{0} \mathbf{RQ}(\mathbf{T}(M))$.

Devemos observar, a seguir, que A, B, C indicam modelos particulares, enquanto M, N indicam classes de modelos.

/ **HP D3.2.1:** (i) Para $\Gamma \subseteq \Delta \subseteq) \mathbf{R}(L)$, temos que $\mathbf{0} \mathbf{RQ}(\Delta) \subseteq \mathbf{0} \mathbf{RQ}(\Gamma)$.

(ii) Para $M \subseteq N \subseteq \mathbf{0} \mathbf{RQ}(\Gamma)$, segue que $\mathbf{T}(N) \subseteq \mathbf{T}(M)$. ■

Dado $\Delta \subseteq) \mathbf{R}(L)$, definimos o conjunto das *FRQHTürQFIDV VHP kQMFDP* de Δ , por $\mathbf{C}_{\models}(\Delta) =_{df} \mathbf{T}(\mathbf{0} \mathbf{RQ}(\Delta))$.

3 URSRMonR3.2.2: A função $\mathbf{C}_{\models}$ é um operador de consequência. ■

Sejam L uma linguagem formal e M uma classe de estruturas para L . Ao variarmos um conjunto $\Delta \subseteq \mathbf{For}(L)$, algumas estruturas podem satisfazer Δ e outras não. Os modelos de Δ são aquelas estruturas que satisfazem todas as fórmulas de Δ e os modelos fortemente adequados satisfazem exatamente as fórmulas de Δ .

Assim, para $A \in M$, a *teoria de A* , denotada por $\mathbf{Th}(A)$, é definida pelo conjunto:

$\mathbf{Th}(A) = \{\alpha \in \mathbf{For}(L) / A \models \alpha\}$.

Duas estruturas $A, B \in M$ são *elementarmente equivalentes* se suas teorias são coincidentes, ou seja, $A \equiv B$ sse $\mathbf{Th}(A) = \Delta = \mathbf{Th}(B)$.

Com isso, vemos que duas estruturas elementarmente equivalentes satisfazem exatamente as mesmas fórmulas e, portanto, são dois modelos adequados para essa teoria Δ .

A seguir, considerando $\Delta \cup \alpha \subseteq) \mathbf{R}(L)$, quando escrevemos $\Delta \models \alpha$, entendemos que todo modelo de Δ é também modelo de α . A partir desse momento, fica convencionado que $\Delta \models \alpha$ é uma outra forma para denotarmos que $\alpha \in \mathbf{C}_{\models}(\Delta)$.

Um *Fi ØXØR VHP DQMFDP HQMJHDCR* é um par $C_G = (L, B)$, no qual L é uma linguagem formal e B é uma estrutura de L .

A *semântica* ou *estrutura B* é que nos dá informações sobre esse cálculo. Contudo, nos estudos lógicos, usualmente almejamos estabelecer uma ponte entre os aspectos sintáticos e semânticos envolvidos.

Assim, dado um sistema lógico $L = (L, \mathbf{C})$ e uma classe de estruturas $\mathbf{Est}(L)$, o sistema lógico L é *correto* para uma estrutura $A \in \mathbf{Est}(L)$ se $\mathbf{C}(\emptyset) \subseteq \mathbf{C}_=(\emptyset)$; L é *completo* se $\mathbf{C}_=(\emptyset) \subseteq \mathbf{C}(\emptyset)$; L é *adequado* se é correto e completo, ou seja, se $\mathbf{C}(\emptyset) = \mathbf{C}_=(\emptyset)$. O sistema L é *fortemente adequado* para a estrutura A se, para todo $\Delta \subseteq \mathbf{For}(L)$, $\mathbf{C}(\Delta) = \mathbf{C}_=(\Delta)$.

Dessa maneira, para o sistema lógico $L = (L, \mathbf{C})$, a menor teoria de um modelo adequado A é $\text{Th}(A) = \mathbf{C}(\emptyset)$. Se A é um modelo fortemente adequado para $L = (L, \mathbf{C})$, então para todo conjunto $\Delta \cup \alpha \subseteq \mathbf{For}(L)$ temos:

$\Delta \vdash_L \alpha \Leftrightarrow$ sempre $A \models \Delta$, também $A \models \alpha$,

sendo $A \models \Delta$ indica que $A \models \delta$, para cada $\delta \in \Delta$.

Finalmente, um *Fi* ~~OXOR~~ *HP* ~~kQMR~~ é um par $\mathbf{C} = (L, \mathbf{M})$, no qual L é uma linguagem lógica e $\mathbf{M}$ é uma classe de modelos para um cálculo semanticamente gerado $C_G = (L, \mathbf{B})$.

Certamente, $\mathbf{B} \in \mathbf{M}$ e $\text{Th}(\mathbf{B})$ é o cálculo lógico básico. Assim determinamos um sistema lógico contendo, pelo menos, o modelo adequado $\mathbf{B}$ e fazemos uma ponte entre as motivações sintáticas e semânticas.

Conhecido um cálculo semântico, é problema interessante determinar a estrutura dedutiva correta para esse modelo, ou, por outro lado, em posse de um cálculo dedutivo, determinar semânticas completas e adequadas para o cálculo.

Os conceitos de consequência semântica, modelo, correção e adequação de sistemas lógicos e cálculos semânticos são ferramentas importantes para o estudo das traduções entre lógicas. Mas, também essas funções podem pôr alguma luz no entendimento de tais cálculos.

Sejam $C_1 = (L_1, \mathbf{M}_1)$ e $C_2 = (L_2, \mathbf{M}_2)$ dois cálculos semânticos. Uma *V* ~~WGXomR~~ de C_1 em C_2 é um par de funções $S(s_1, s_2)$, com $s_1:) \mathbf{R}(L_1) \rightarrow) \mathbf{R}(L_2)$ e $s_2: \mathbf{M}_2 \rightarrow \mathbf{M}_1$, de maneira que:

$\mathbf{B} \models s_1(\alpha) \Leftrightarrow s_2(\mathbf{B}) \models \alpha$.

Seja $C = (L, \mathbf{M})$ um cálculo semântico. A aplicação *IGHKGGH* para C é definida pelo par $i(i_1, i_2)$, $i_1:) \mathbf{R}(L) \rightarrow) \mathbf{R}(L)$, com $i_1(\alpha) = \alpha$ e $i_2: \mathbf{M} \rightarrow \mathbf{M}$, com $i_2(A) = A$.

Sejam C_1, C_2 e C_3 cálculos semânticos. Se $R: C_1 \rightarrow C_2$ e $S: C_2 \rightarrow C_3$ são s-traduções, então a *FRPSRVMonR* de R e S , denotada por $\text{SOR}: C_1 \rightarrow C_3$, é definida por $\text{SoR}(s_1 \text{or}_1, r_2 \text{os}_2)$, de forma que $s_1 \text{or}_1(\alpha) = s_1(r_1(\alpha))$ e $r_2 \text{os}_2(A) = r_2(s_2(A))$.

Um *V-KRP* *HRP* *RUIIP* *R* é uma s-tradução $S(s_1, s_2): C_1 \rightarrow C_2$ para a qual existe uma s-tradução $T(t_1, t_2): C_2 \rightarrow C_1$ de modo que $\text{SoT} = i_{C_1}$ e $\text{ToS} = i_{C_2}$.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As traduções foram introduzidas como dispositivos para análise da inter-relação entre sistemas lógicos no início do século XX. Aqueles trabalhos estavam particularmente preocupados com a obtenção da consistência relativa de sistemas clássicos com relação a sistemas intuicionistas, considerados naquele momento, mais seguros. Desde então, muitas outras aplicações foram encontradas para esses dispositivos, porém, em raros momentos pensou-se em trabalhos específicos sobre as traduções.

A tentativa de edificação de uma teoria de traduções lógicas levou-nos a refletir sobre o que é lógica. Certamente, é muito difícil explicitar o que é lógica, mas uma alternativa foi escolhida e foi introduzido um conceito de lógica bastante geral.

Nesse caminho, consideramos sistema dedutivo a um par determinado por um conjunto e um operador de consequência de Tarski, e podemos dizer que essa corrente analisa traduções entre lógicas no sentido de Tarski.

Esse conceito está sujeito a duas considerações distintas e, em certo sentido, antagônicas. A primeira delas é que esse conceito de lógica não é geral o suficiente para contemplar, por exemplo, a classe das conhecidas lógicas não-monotônicas. A outra consideração é que esse conceito de lógica é, de certo modo, muito permissivo ou muito geral, não se restringindo àquilo que a literatura, usualmente, tem denominado de lógica.

Geralmente, uma lógica é determinada a partir de uma linguagem formal subjacente e, além da noção de consequência sintática, espera-se, ainda, associar à lógica uma noção de consequência semântica adequada, noções essas que permitam o estudo da completude do sistema. O conceito particular de sistema lógico, proposto neste trabalho, tem por objetivo possibilitar o estudo de lógicas com algumas dessas características.

Para a obtenção de um conceito de lógica mais abrangente, poder-se-ia propor, por exemplo, um enfraquecimento das condições que definem o operador de consequência de Tarski e, então, estudar as traduções entre essas lógicas.

Considerando que o aspecto preponderante de uma lógica é o seu operador de consequência, a definição de tradução adotada neste trabalho preserva tal operador e é mais flexível que abordagens usuais. Essas traduções já permitem estudos entre os sistemas mapeados e, ainda, permitem uma abordagem similar a estudos topológicos. As traduções conservativas, que preservam e conservam dedutibilidade, impõem condições mais específicas para a análise, possibilitando resgatar aspectos do contradomínio no sistema tomado como domínio da função.

Mas, serão essas boas definições para traduções entre lógicas? Muitas informações podem ser fornecidas por essas funções e até novas lógicas podem ser criadas com motivações oriundas num dualismo dado pelas traduções, conforme podemos ver em Queiroz (1998).

Tentando contemplar aspectos semânticos nas definições das traduções, são introduzidas as s-traduções. Mas, são as s-traduções essenciais?

Bem, os nossos estudos sobre traduções têm mostrado a importância das semânticas para obtenção e análise de traduções. Mas isso talvez não seja o bastante para comprovar sua premência. Sabemos também que as traduções têm possibilitado fornecer novas e interessantes semânticas para os cálculos associados, quando adequado para um dos sistemas. O caso mais notável nesse sentido é a atribuição de semânticas de Kripke aos sistemas intuicionistas, via traduções, quando tinham sido inicialmente apresentadas aos sistemas modais.

Tentativas de identificação de duas lógicas têm se apoiado em aspectos semânticos e, dessa maneira, as s-traduções podem ter um lugar ao sol.

Outras características fundamentais das funções de tradução são as seguintes: se elas são ou não recursivas, se são ou não esquemáticas, se são ou não literais. Esses aspectos certamente têm interesse em complexidade de algoritmos e impõem restrições.

Este trabalho tem estudado traduções entre lógicas, mas os resultados aqui obtidos poderiam ser considerados para o caso particular de sistemas formais. Considerando que linguagens de programação são sistemas formais e que máquinas de processamento também são sistemas formais, seria possível usar a técnica das traduções para a análise das inter-relações entre esses sistemas formais? Isso parece ter um grande apelo pragmático. De fato o tem?

São muitas as questões envolvendo funções traduções. O caminho de busca por uma definição ou definições de tradução ainda tem muito a ser percorrido. Alguns primeiros passos foram dados.

AGRADECIMENTOS:

Agradecemos as sugestões dadas pelos avaliadores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BOLC, L.; BOROWIK, P. *Many-valued logics: 1 theoretical foundations*. Berlin: Springer-Verlag, 1992.

BOOLOS, G. Solovay's completeness theorems. In: ____: *The unprovability of consistency: an essay in modal logic*. Cambridge: Cambridge University Press, 1979a. p. 151-158.

BOOLOS, G. An S_1 -preserving proof-theoretical treatment of modality. In: ____: *The unprovability of consistency: an essay in modal logic*. Cambridge: Cambridge University Press, 1979b. p. 159-167.

D'OTTAVIANO, I. M. L. *Fechos caracterizados por interpretações*. Campinas: IMECC, 1973. (Dissertação de Mestrado em Matemática)

D'OTTAVIANO, I. M. L. On the development of paraconsistent logic and da Costa's work. *The Journal of Non-Classical Logic*, v. 7, n. 1/2, p. 9-72, 1990.

- D'OTTAVIANO, I. M. L., DA COSTA, N. C. A. Sur um problème de Jaskowski. *C. R. Acad. Sc. Paris* (270 A), p. 1349-1353, 1970.
- D'OTTAVIANO, I. M. L.; FEITOSA, H. A. Many-valued logics and translations. *Journal of Applied Non-Classical*, v. 9, n. 1, p. 121-140, 1999a.
- DA SILVA, J. J.; D'OTTAVIANO, I. M. L.; SETTE, A. M. Translations between logics. In: CAICEDO, X.; MONTENEGRO, C. H. (Eds.) *Models, algebras and proofs*. New York: Marcel Dekker, 1999. p. 435-448. (Lectures Notes in Pure and Applied Mathematics, v. 203)
- EPSTEIN, R. L. *The semantic foundations of logic. Volume 1: Propositional logics*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1990.
- FEITOSA, H. A. *Traduções conservativas* (Conservative translations). Campinas: UNICAMP, 1997. (Tese de Doutorado em Lógica)
- GENTZEN, G. On the relation between intuitionist and classical arithmetic. In: SZABO, M. E. (Ed.) *The collected papers of Gerhard Gentzen*. Amsterdam: North-Holland, 1969. p. 53-67.
- GLIVENKO, V. Sur quelques points de la logique de M. Brouwer. *Académie Royale de Belgique. Bulletins de la Classe de Sciences*, Série 5, v. 15, p. 183-188, 1929.
- GÖDEL, K. Über formal unentscheidbare sätze der principia mathematica und verwandter systeme. *Monatshefte Math. Phys.*, n. 38, p. 173-198, 1931.
- GÖDEL, K. On intuitionistic arithmetic and number theory (1933e)[???]. In: FEFERMAN, S. et al. (Ed.) *Collected works*. Oxford: Oxford University Press, 1986a. p. 287-295.
- GÖDEL, K. An interpretation of the intuitionistic propositional calculus (1933f). In: FEFERMAN, S. et al. (Ed.) *Collected works*. Oxford: Oxford University Press, 1986b. p. 301-303.
- GOLDBLATT, R. Arithmetical necessity, provability and intuitionistic logic. *Theoria*, v. 44, p. 38-36, 1978.
- GOODMAN, N. D. Epistemic arithmetic is a conservative extension of intuitionistic arithmetic. *The Journal of Symbolic Logic*, v. 49, p. 192-203, 1984.
- HERBRAND, J. Sur la non-contradiction de l'arithmétique. *Journal für die reine und angewandte Mathematik*, v. 166, p. 1-8, 1931.
- HILBERT, D. Die logischen Grundlagen der Mathematik. *Mathematische Annalen*, v. 88, p. 151-165.
- HOPPMANN, A. G. *Fecho e imersão*. Rio Claro: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro, 1973. (Tese de Doutorado em Matemática)
- JOHANSSON, I. Der minimalkalküll, ein reduzierter intuitionistischer formalismus. *Compositio Mathematica*, v. 4, p. 119-136, 1936.
- KLEENE, S. C. *Introduction to metamathematics*. Amsterdam: North-Holland, 1952.
- KOLMOGOROV, A. N. On the principle of excluded middle (1925). In: HEIJENOORT, J. (Ed.) *From Frege to Gödel: a source book in mathematical logic 1879-1931*. Cambridge: Harvard University Press, 1977. p. 414-437.
- MALINOWSKI, G. *Many-valued logics*. Oxford: Clarendon Press, 1993.
- McKINSEY, J. C. C.; TARSKI, A. Some theorems about the sentential calculi of Lewis and Heyting. *The Journal of Symbolic Logic*, v. 13, n. 1, p. 1-15, 1948.
- PRAWITZ, D.; MALMSTRÅN, P. E. A survey of some connections between classical, intuitionistic and minimal logic. In: SCHMIDT, H. et al. (Ed.) *Contributions to mathematical logic*. Amsterdam: North-Holland, 1968. p. 215-229.
- QUEIROZ, G. S. *Sobre a dualidade entre intuicionismo e paraconsistência*. Campinas: IFCH, 1998. (Tese de Doutorado em Lógica e Filosofia da Ciência)
- RASIOWA, H., SIKORSKI, R. Algebraic treatment of the notion of satisfiability. *Fundamenta Mathematicae*, v. 40, p. 62-95, 1953.
- SOLOVAY, R. M. Provability interpretations of modal logic. *Israel Journal of Mathematics*, v. 25, p. 287-304, 1976.

WÓJCICKI, R. *Theory of logical calculi: basic theory of consequence operations*. Dordrecht: Kluwer, 1988. (Synthese Library, v. 199)

O DESVELAR DA IMAGEM DO MUNDO

Attico Chassot*

“Se acreditamos que fogo esquenta e a água refresca, é somente porque nos causa imensa angústia pensar diferente”

David Hume, 1711-1776

A construção da imagem científica do mundo. CAPRIA, Marco Mamone. São Leopoldo: Editora UNISINOS, 2002, 428p. Coleção *Idéias* [Título do original italiano: *La costruzione dell'immagine scientifica del mondo. Istituto Italiano per gli Studi Filosofici. Napoli, 1999*] ISBN 85-7431-102-2. R\$ 59,00

Os leitores brasileiros são apresentados a uma obra que a começar pelo título é instigante: *A construção da imagem científica do mundo*. Há um subtítulo, com um balizador de marco inicial no mínimo discutível: *As mutações na concepção do homem e do cosmo desde o descobrimento da América até a mecânica quântica*, que nos acena para o quanto mudanças de paradigmas exigiram nos chamados tempos modernos revisões nas nossas imagens de mundo. Aliás, essa tem sido também uma continuada exigência da pós-modernidade. Por outro lado, não há como negar que cada um de nós muito provavelmente já tenha internalizado a sua imagem de mundo, construída ao longo de nossa formação. Talvez, o epígrafe não nos estimule a desvelar uma outra.

O volume reúne textos originados de quatro conferências proferidas num encontro organizado pelo Instituto Italiano para os Estudos Filosóficos e realizado em 1995, na cidade de Nápoles. A estes textos está adicionado um quinto do brasileiro Jenner Barreto Bastos Filho. O evento que gerou o livro foi organizado para discutir o processo pelo qual algumas idéias fundamentais da ciência moderna foram se inserindo no panorama intelectual e o quanto foram conquistando posição de destaque. Era objetivo do evento fornecer as ferramentas necessárias para uma reflexão crítica a respeito de temáticas importantes e complexas que, inclusive, já foram até mesmo assimiladas pela cultura de massa. Isso se fez livro. O organizador do evento e do livro lembra do clima de expectativa e da intensa participação com que o público assistiu às apresentações, e destaca o quanto isso foi estímulo para a preparação desse livro. Ele agradece vivamente, em seu prefácio, a iniciativa do diretor da Editora Unisinos, Carlos Alberto Gianotti, por empenhar-se decisivamente com a publicação do mesmo no Brasil.

*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

A proposta de discutir alguns temas fundamentais que concorrem para a formação da imagem científica do mundo não deixa de ser audaciosa. O livro mostra exatamente isso na medida em que o organizador, em seu sumarento texto de abertura, diz que as relações entre a ciência e as concepções sobre o mundo não pretendem absolutamente representar opiniões comuns a todos os autores (que, aliás, têm opiniões radicalmente distintas uns dos outros, evidenciadas, inclusive, em seus trabalhos e no texto de abertura), mas objetivam acompanhar o leitor ao âmago de algumas das problemáticas que, de uma forma ou de outra, afloram ou irão aflorar na medida em que se busca – muito pretensiosamente – entender cada um dos cinco textos.

Hoje, parece que não nos faltam razões para firmar o quanto a ciência é muito influente na nossa vida e no nosso futuro. Isso exige uma renovada atenção crítica sobre ela – sem condenações prévias, mas também, e muito especialmente sem idolatrias. Há, assim, uma exigência de conhecermos as teorias científicas fundamentais que são a base da concepção científica atual do mundo, seguindo uma aproximação histórico-crítica. O organizador, no prefácio à edição brasileira, diz que isso é permitido, enquanto os textos são apresentados “procurando não esconder os pontos fracos e as incertezas da ciência de ontem e de hoje”. Por não cederem à tendência, hoje difundida, de simplificar temáticas difíceis até o ponto de falsificá-las, os autores procuraram escrever de uma maneira acessível a um grande número de pessoas interessadas – do historiador das idéias ao filósofo, do professor de matérias científicas ao estudante, do cientista ao leitor culto em geral. Temos que concordar que não é fácil atingir tão amplo espectro de leitores, sem simplificar os temas propostos. Todavia, discordo do organizador quando ele afirma que isso deva levar, necessariamente, à falsificação. Ao contrário, suspeito de qualquer conhecimento que não se preste à vulgarização, mesmo reconhecendo o quanto é complexo em muitas situações a migração do esotérico ao exotérico. Esse livro é um excelente exemplo disso. Sei o quanto a academia usualmente tem preconceitos com os divulgadores da ciência. Aqui, mesmo que lateralmente, recordo o quanto a morte de Stephen Jay Gould, em maio deste ano, reacendeu questionamentos acerca do quanto Gould, indiscutivelmente um dos mais fecundos divulgadores da Ciência, a tenha (des)servido.

O coordenador da publicação é Marco Mamone Capria, autor de um dos capítulos e também da abertura onde não apenas faz a tessitura dos cinco capítulos, mas traz discussões apaixonadas acerca de nossa herança cartesiana, atualizando com considerações do linguísta estadunidense Chomsky. Ao comentar repercussões históricas da física einsteiniana, Capria não poupa comentários ferinos a grandes sucessos como *Uma breve história do tempo* de Hawking. Nessa abertura, há exemplificações que são muito atuais quando no Brasil se discute a regulamentação da profissão de astrólogo.

Dentro das limitações deste texto, trago um anúncio de cada um dos cinco capítulos. Meus comentários não são mais extensos também porque, como já referi,

nem sempre é fácil para mim o desejado trânsito do esoterismo (e há capítulos com esta marca) ao exoterismo.

No capítulo 1, *As origens da construção da imagem do mundo: um problema historiográfico*, Umberto Bartocci propõe um cenário de cunho intelectual e político para o descobrimento da América, estabelecendo numerosas conexões, de caráter pessoal e ideológico, com a retomada quase concomitante do sistema heliocêntrico por Copérnico. É um texto de rica densidade histórica, especialmente quando somos levados a conhecer as geografias dos tempos de Colombo e as muitas tramas envolvidas com o descobrimento do que viria a chamar-se América. Aqui, não foi possível deixar de recordar as hodiernas polêmicas de fazer santa à Isabel, a grande protetora de Colombo. Tivesse que escolher algum dos cinco capítulos como o *melhor*, muito provavelmente seria este.

No capítulo 2, *A Matemática nas Ciências: harmonia e matemática nos modelos do cosmos entre os séculos XVII e XVIII*, Tito Tonietti analisa o papel desempenhado na revolução científica do século XVII por personagens como Galileu e suas relações com o céu, Kepler e sua intuição com a busca da harmonia no Universo, Descartes e um não muito conhecido envolvimento com a luz, Newton (que aprendi ver nomeado pela tradução de seu nome para *Novanota*) ou aquele do infinito e Leibniz ou o do infinitésimo. A presença da Matemática tem destacada a sua importância na ciência na mirada assumida por esses cinco Titãs. O capítulo se encerra apresentando aspectos pertinentes à teoria musical e sua associação com a harmonia em um enfoque matemático.

No capítulo 3, *A conceituação de vida: de Aristóteles a Darwin e à atualidade*, Giuseppe Sermonti dedica-se à teoria da evolução e ao seu impacto sobre a imagem que o homem faz de si mesmo e ressalta o quanto da gênese das formas escapa às doutrinas evolutivas atuais. É o menor e talvez o mais polêmico dos 5 capítulos. Nada violentou, ou melhor, ainda violenta tanto a nossa cosmologia, fundada na narrativa judaica, que o evolucionismo. Dar-nos conta o quanto esse é um embate não terminado nem sempre é trivial. Com a retomada histórica e sua contextualização no presente feita por Sermonti isso é facilitado.

No capítulo 4, *A crise das concepções ordinárias de espaço e tempo: a teoria da relatividade*, Marco Manone Capria ocupa-se do surgimento e de alguns desdobramentos da teoria da relatividade, inserindo-os no contexto dos debates contemporâneos, muitas vezes injustamente minimizados (quando não ignorados) pela historiografia, dividida em antes de Einstein e depois de Einstein. Minhas continuadas dificuldades com o tema podem ser colocadas em uma muito repetida anedota, que Capria reconta, e me permito trazer aqui: quando houve um anúncio oficial de que evidências experimentais com a deflexão de raios luminosos confirmavam a Teoria da Relatividade, o físico Silberstein (autor de um tratado acerca da teoria da relatividade restrita e que pela primeira vez vejo identificado como personagem desse relato) disse a Eddington, envolvido no experimento confirmatório: “O senhor é uma das três pessoas do mundo que entendem a teoria da relatividade!”, ao que Eddington

mostrou certa hesitação; então Silberstein insistiu: “Não seja modesto, Eddington!”, e ele: “Não é bem isso, estou me perguntando quem seria a terceira pessoa!”.

E no capítulo 5, *A dissolução da realidade: irrealismo e indeterminismo na Física do microcosmo*, Jenner Barreto Bastos Filho descreve as origens da mecânica quântica e discute algumas das mais provocativas teses filosóficas defendidas por seus fundadores, reavaliando, em contraposição a essas, a abordagem realista de Einstein e de Broglie. No árduo texto do físico brasileiro, há uma absolvição para minhas dificuldades em torno de conceitos como *realidade*, *compreensibilidade* e *causalidade*, e Jener cita Selleri, físico italiano para quem dedica o texto, que escreveu que é uma coisa verdadeira notável a falta de consenso sobre questões fundamentais que dizem respeito à realidade atômica até mesmo entre os pais da mecânica quântica. Não deixa de ser um consolo para nós leitores não iniciados.

A construção da imagem científica do mundo está apresentada. Notei um descuido. Faltam no livro índices onomásticos e temáticos. Esses são imprescindíveis em obras dessa natureza, pois elas se fazem textos de continuada recorrência. Por outro lado, vale referir, como ponto destacado na excelente diagramação, as notas – locais privilegiados para se encontrar preciosidades – são de pé-de-página e não de fim de capítulos. A opção usada facilita o diálogo do leitor com o texto.

Alto-me aos que esperam que o livro possa contribuir para a (re)abertura de um debate, o mais vasto e participativo possível, acerca da ciência: sobre o papel que essa faz desenvolver e sobre aquele que esse deveria desenvolver na cultura e na sociedade modernas. Acredito que não seja outra a missão de uma editora universitária quando investe em oferecer uma obra com a envergadura desta aqui apresentada: preocupação com o rompimento do monólogo dogmático e esforço em instaurar diálogos e plurilogias com teóricos, pensadores, docentes e discentes, efetuando-se sínteses enriquecedoras e vibrantes. E sonha-se essas catalisadas por um dos mais instigantes e intrigantes binômios possíveis de estar presentes nas relações entre humanos: escrita? leitura, esse prenhe de uma muito desejada fertilidade. Assim, à leitura! Com ela, novas escritas.

AREALIDADE SERÁ, POR ACASO, ALGUMA COISA EM QUE DEVEMOS ACREDITAR? BRUNO LATOUR DÁ NOTÍCIAS DAS TRINCHEIRAS DAS GUERRAS DA CIÊNCIA

Maria Lúcia Castagna Wortmann*

Latour, Bruno. *A esperança de Pandora*. Bauru: EDUSC, 2001. 370 p. ISBN 85-7460-062-8. (traduzido por Gilson César Cardoso de Sousa).

Neste livro, dedicado a Shirley Strum, Donna Haraway e Steve Glickman (e a seus babuínos, *cyborgs* e hienas), Bruno Latour aborda, mais uma vez, temas controversos a partir do campo dos *Science Studies*¹ no qual localiza os estudos que têm desenvolvido.

Valendo-se de títulos instigantes tanto para nomear o livro quanto para apresentar os capítulos e seções, recorrendo abundantemente às metáforas e à ironia, colocando questões (tal como a que utilizei para introduzir este comentário sobre seu livro), contando e recontando histórias de episódios da ciência, invocando mitos, como o de Dédalo, bem como recorrendo ao diálogo *Gorgias* de Platão, Latour localiza os *Science Studies* como um programa investigativo totalmente novo, que redireciona as discussões conduzidas sobre a ciência e o conhecimento científico na contemporaneidade.

A Latour interessa, neste livro, fazer esclarecimentos sobre tais *Estudos* e, mais especialmente, mapear o que considera como equívocos cometidos por aqueles a quem chama genericamente de “os guerreiros da ciência”, grupo no qual certamente inclui os cientistas que participaram do episódio conhecido como o “caso Sokal”, nas críticas endereçadas aos *Science Studies*.

Muitos são os pontos sobre os quais o autor se detém ao longo dos dez capítulos que integram o livro. No entanto, duas questões perpassam constantemente as discussões nele conduzidas e essas dizem respeito à utilização de termos como “construção” e “fabricação” nos *Estudos de Ciência* – termos que, como destaca Latour, enfurecem os “guerreiros da ciência”; e à forma como se lida nesses *Estudos* com o mito do progresso científico.

*Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Luterana do Brasil.

¹Cabe referir que essa é a expressão empregada no texto original publicado em inglês cujo primeiro capítulo está disponível no *site* do autor. Traduzi-la como “estudos científicos”, como consta na versão em português, não parece ser adequado por acrescentar mais uma denominação a esse campo de estudos já referido de tantas formas diferentes. Alfredo Veiga-Neto e eu temos utilizado em nossos trabalhos a expressão “Estudos de Ciência” para referi-lo.

Latour aborda essas questões já no primeiro capítulo do livro, no qual também narra sua surpresa frente a perguntas que lhe foram dirigidas por um eminente colega psicólogo que encontrou num congresso realizado em Teresópolis, Rio de Janeiro, Brasil, no qual ambos eram convidados da *Wenner-Grenn Foundation*. As perguntas que o intrigaram foram: “você acredita na realidade?”; “a ciência é cumulativa?”. A tal estranhamento somou-se, ainda, o advindo da categorização em *cientistas* e *estudiosos da ciência* utilizada na organização das participações no já referido congresso.

Latour foi incluído entre os *estudiosos da ciência*, mas como ele também se considera um *cientista*, tal enquadramento o desconcertou. Aliás, ele atribui ter vivido tais situações às “suspeitas” instauradas sobre a natureza dos *Science Studies* a partir da chamada “guerra das ciências”.

Contrapondo-se a essas suspeitas, Latour destaca que entre os importantes efeitos que os *Estudos de Ciência* têm tido sobre a ciência estão os de acrescentar-lhe *realidade* e *objetividade*. Como o autor afirma, ao invés de lidar-se com uma “pálida e exangue objetividade da ciência” (p.15), tem-se demonstrado que “os muitos não-humanos mesclados à nossa vida coletiva (a dos praticantes dos *Estudos científicos*) graças à prática laboratorial têm história, flexibilidade, cultura, sangue” (p.15). E dirigindo-se, mais uma vez, àqueles que consideram que os *Estudos de Ciência* atacam a ciência, Latour responde dizendo que “ninguém amaria mais a ciência do que esta minúscula tribo científica (a dos praticantes dos *Estudos científicos*) que aprendeu a divulgar fatos, máquinas e teorias com todas as suas raízes, vasos sanguíneos, redes, rizomas e gavinhas” (p.15).

Enfim, como ele também registra, ninguém acreditaria mais na “objetividade da ciência do que aqueles que insistem na possibilidade de transformá-la em objeto de pesquisa (p. 15)”.

E então, por isso tudo, a “suspeita” contida na pergunta de seu colega psicólogo soou-lhe injusta, mesmo que ele indique, ainda no primeiro capítulo desse livro, que, em nossa história intelectual, muitas vezes, o temor relativo à perda de contato com o *mundo exterior*, bem como a preocupação a esse associada de que “a força dos governos de massa passe a prevalecer caso a razão não governe” (p. 25) tenham sido manifestados. Para discutir a natureza desses temores, Latour recorre a Descartes e Kant e faz incursões na fenomenologia e, posteriormente, no *Gorgias* de Platão.

Latour também destaca não ter sentido falar-se de epistemologia, ontologia, psicologia e política ou teologia de forma independente nos *Estudos de Ciência*, pois neles essas “categorias” integram um mesmo arranjo que pode até ser substituído por outros. Como ele destaca, foi o pensamento moderno que localizou a natureza *fora*, a mente *dentro*, a sociedade *abaixo* e Deus *acima* de todos, nesse arranjo. Como, segundo o autor, nunca faltaram aos *Estudos de Ciência* “realidade e moralidade” (p.35), lutas como as empreendidas pelos modernos a favor ou contra a *verdade absoluta*, a favor ou contra a admissão de múltiplos pontos de vista e, ainda, a favor ou contra a *construção social* jamais foram importantes para os *Estudos de Ciência*. Como Latour salienta, tais *Estudos* visam lidar com uma “política das coisas, não

com a disputa já superada para saber se as palavras se referem ou não ao mundo” (p. 36), tendo também eles lidado com modos de “liberar as ciências da política – a política da razão” (p. 36), o velho acordo processado entre epistemologia, moralidade, psicologia e teologia.

No extenso e interessante segundo capítulo desse livro, Latour trata do que ele considera ser “a única maneira de compreender a realidade dos *Estudos de Ciência*”. Para tanto, segue o que esses *estudos* “fazem de melhor” (p.39), ou seja, presta atenção aos detalhes da prática científica!

No caso examinado, ele “acompanha” pedólogos, antropólogos, botânicos, geomorfologistas, franceses e brasileiros, em uma expedição científica à floresta amazônica, dando prosseguimento à discussão relativa ao que refere ser o modo de “acondicionamento do mundo em palavras” (p.39). Seu posicionamento é que não há correspondência, nem tampouco lacunas entre natureza e linguagem; não sendo esses, também, dois domínios ontológicos distintos, mas um fenômeno inteiramente diverso que ele denomina *referência circulante*.

Já no capítulo seguinte (Capítulo 3), Latour discute situações referentes aos acordos firmados entre Frédéric Joliot (genro de Marie Curie e um dos cientistas franceses ganhadores do Prêmio Nobel) e a *Union Minière du Haut Katanga*, visando o aproveitamento do óxido de urânio resultante das ações extrativas praticadas por essa companhia, para esclarecer que os praticantes de *Estudos científicos* não buscam a explicação social dos fatos científicos. Ou seja, nesses *Estudos*, não se pretende estabelecer *a priori* a existência de alguma conexão entre ciência e sociedade, pois “a existência desta conexão depende daquilo que os atores fizeram ou deixaram de fazer para estabelecê-la” (p.104), mesmo que os *Estudos de Ciência* ofereçam os meios de traçar tal conexão caso ela exista.

Assim, ao invés de buscar cortar o nó górdio no qual se enovelaria de um lado a *ciência pura* e, de outro, a *política pura*, os praticantes desses *Estudos* atuariam de modo a “acompanhar os gestos daqueles que o apertam cada vez mais” (id,ib). E, para tanto, eles precisam deter-se nas operações de *translação* continuamente processadas, por exemplo, entre o político e o científico, o político e o tecnológico e vice-versa.

Como destaca Latour, uma boa parte dos *Estudos de Ciência* ocupa-se com a análise dessas *operações translativas*, que implicam *deslocamentos*, *invenções*, *mediações* e a criação de vínculos antes inexistentes, modificando nesses processos os “originais” nelas envolvidos. É, ainda, nesse sentido que, segundo ele, os *Estudos científicos* afastam-se do clássico debate entre *história internalista* e *externalista* da ciência.

Outro ponto associado a esse, e também discutido pelo autor, notadamente quando “visita” o laboratório de Louis Pasteur e examina seus escritos acerca da fermentação láctica (nos capítulos 4 e 5), bem como nos onze episódios em que trata da questão da *mediação técnica* (no capítulo 6), diz respeito ao modo como ele vê processar-se a inserção do não-humano no discurso humano. Latour detém-se

longamente no exame do que ele considera como diferentes etapas ontológicas através das quais uma entidade não humana (o fermento lático, em seu exemplo) precisou passar até configurar-se como uma substância plenamente aceita – “com nome e localização no mais venerável ramo da histórica natural, a taxonomia” (p. 141).

Ele buscou mostrar, especialmente nesses capítulos, como os *Estudos de Ciência* permitem que se amplie o exame das possibilidades ontológicas, ao lidarem com categorias que usualmente não cabem no par *sujeito-objeto*, e como esses *Estudos* atuam, também, na direção do rompimento da divisão estabelecida e sacramentada pelo acordo moderno entre epistemologia e ontologia. Nesse acordo, como o autor refere, os objetos alojavam-se na natureza e os sujeitos na sociedade. No acordo estabelecido nos *Estudos de Ciência*, os não-humanos entrelaçam-se aos humanos no já referido processo de *translação*, bem como nos movimentos de *articulação*, *delegação* e *deslocamento* que os alojam não na *sociedade*, palavra que Latour considera estar por demais contaminada pelo uso que dela já se fez, mas no *coletivo*, no qual se dá o intercâmbio de propriedades humanas e não humanas no seio de uma corporação. O “jogo” consiste, então, não em “estender a subjetividade às coisas, tratar os humanos como objetos, tomar máquinas como atores sociais e sim em evitar, a todo custo, o emprego da distinção sujeito-objeto ao discorrer sobre o entrelaçamento de humanos e não-humanos” (p. 222).

Como o autor assinala, foi isso que pretendeu dizer ao utilizar a expressão “ciência e tecnologia são aquilo que socializa não-humanos para que travem relações humanas” para substituir a expressão modernista “ciência e tecnologia permitem que a mente rompa com a sociedade para alcançar a natureza objetiva e impor ordem à matéria eficiente”(p.223).

Cabe referir, ainda, que ao longo dos capítulos 7 e 8 Latour avança na direção “de retornar à fonte do que considera ser a cenografia da Razão contra a Força” (p. 249), detendo-se no texto do diálogo *Gorgias* de Platão e discutindo, então, como “as ciências podem libertar-se do fardo que consiste em fazer um tipo de política capaz de abolir a política” (p. 296), bem como a possibilidade de libertar-se a política de um poder/saber² que torna a política inviável.

No capítulo 9, ele ocupa-se com “Deus”, nome que atribui a uma teoria da ação, do domínio e da criação que serviu de base ao já tantas vezes referido acordo moderno, retomando, mais uma vez, a discussão do caráter construído, agora, não apenas dos fatos, mas, também, dos fetiches, palavras que, como Latour ressalta, possuem uma mesma raiz. Latour nos conclama, nesse capítulo, a suspender a “faca afiada” e o “martelo pesado” dos iconoclastas modernos, posto que será essa a atitude que nos permitirá ver que “sempre temos estado envolvidos na cosmopolítica” (p. 332). Ou seja, “a grande vantagem de deixarmos que os fatos tornem a fundir-se em

²O tradutor utiliza a expressão poder/conhecimento. Parece-me que a tradução mais correta dessa expressão seria “saber/poder”, em função de sua vinculação a teorizações foucaultianas.

suas redes e controvérsias desordenadas e de que as crenças recuperem seu peso antológico é que a política se torna o que ela sempre foi antropológicamente falando: a gestão, a combinação e a mediação das combinações humanas e não-humanas” (p. 332). E assim, então, “o novo modelo que se oferece não busca acrescentar um suplemento de alma ou exigir que os cidadãos ajustem seus valores aos fatos ou que nos arrastem de volta a uma aglomeração tribal arcaica” (p. 332), mas é um modelo capaz de englobar “um número de ontologias práticas tão grande quanto o de *fatiches* existentes” (p. 332).

Para finalizar, cabe registrar que são retomadas, nesse livro, discussões conduzidas em textos anteriores do autor. Deve-se referir, especialmente, a possibilidade de fazer-se uma leitura mais extensa do que está apresentado no capítulo 9, no livro *Reflexão sobre o culto moderno dos deuses fê(i)tiches*, publicado pela EDUSC (Bauru, 2002).

Cabe, ainda, registrar que a inclusão de um *Glossário* na parte final desse livro certamente facilitará a sua leitura, notadamente para aqueles que fazem nesse texto a sua primeira incursão nos estudos de Bruno Latour, apesar dele seguramente ser, entre os estudiosos da ciência ligados aos *Science Studies*, o que tem maior número de textos traduzidos no Brasil.

O PROBLEMA DA CONSCIÊNCIA NO CENÁRIO CONTEMPORÂNEO DA FILOSOFIA DA MENTE: O DEBATE ENTRE JOHN SEARLE E DANIEL DENNETT

*Carlos Diógenes Côrtes Tourinho**

SEARLE, J. *O Mistério da Consciência*. São Paulo: Editora Paz e Terra. 1998. 239 p. (ISBN: 85-219-0305-7)

Dentre os temas abordados na Filosofia da Mente contemporânea, nota-se, nas últimas décadas, um interesse cada vez maior pelos debates concernentes à noção de consciência. Discute-se, sobretudo, com o avanço dos programas de pesquisa advindos da Neurociência e da Inteligência Artificial, a possibilidade de inserção dos estudos sobre a mente consciente no campo do saber científico. No entanto, as teorias que habitam a área da Filosofia da Mente parecem estar longe de chegar a um consenso quanto ao tema em questão. Afinal de contas, até que ponto poderíamos fornecer uma explicação científica para o domínio consciente dos estados mentais? Em termos mais precisos, estaríamos confinados a conceber a consciência como uma propriedade irreduzivelmente subjetiva, não-analisável, indecomponível (não-relacional), que faz com que os estados de consciência sejam, de maneira privilegiada, acessíveis apenas para o próprio sujeito, do ponto de vista da primeira pessoa? Ou estaríamos diante de um fenômeno que pode ser objetivado, passível de receber uma definição e uma explicação causal, necessariamente formuladas na terceira pessoa?

A polêmica em torno do problema da consciência torna-se particularmente ilustrada no livro de John Searle intitulado *O Mistério da Consciência* (1998). O livro é o resultado de uma série de ensaios ou de resenhas encomendados pelo *The New York Review of Books*, sobre os problemas clássicos da metafísica resgatados pela Filosofia da Mente contemporânea. No Capítulo 1, o autor discute as relações de causalidade entre os processos neurobiológicos do cérebro e os nossos mais diversos estados de consciência; afinal de contas, como os processos cerebrais causam a consciência? O Capítulo 2 aborda a perspectiva reducionista de Francis Crick, segundo a qual a experiência consciente pode ser analisada estritamente em termos de comportamentos neuronais, tais como, os de aumento ou diminuição de descargas eletroquímicas. O Capítulo 3 traz os pontos principais da Teoria do Mapeamento de Reentrada, proposta pelo neurobiólogo Gerald Edelman; no decorrer desse capítulo, Searle procura estabelecer uma comparação da teoria de Edelman com o projeto

*Doutorando em Filosofia da Pontifícia Universidade Católica - PUC-Rio; e-mail: cortestourinho@zipmail.com.br

apresentado por Crick no capítulo anterior. O Capítulo 4 mostra-nos como Roger Penrose constrói, apoiado nas descobertas da mecânica quântica e no teorema de Gödel, a sua crítica à Inteligência Artificial. No Capítulo 5, Searle fornece-nos os pontos principais da teoria da consciência apresentada por Daniel Dennett. Já no Capítulo 6, após apresentar as principais correntes da Filosofia da Mente, Searle expõe a tentativa de David Chalmers de compatibilizar uma abordagem funcionalista da mente com o pressuposto da irredutibilidade da consciência. E por fim, o Capítulo 7 aborda a teoria de Israel Rosenfield, cuja idéia central é a de que a experiência do nosso próprio corpo constitui o ponto de referência para todas as nossas formas de consciência.

Mas, o ponto de maior tensão do livro parece concentrar-se no Capítulo 5, no qual Searle chama nossa atenção para algumas passagens do seu debate com Daniel Dennett, ressaltando a incompatibilidade de suas posições a propósito do problema da consciência. Defendendo uma teoria subjetivista da consciência, Searle apoia-se na idéia de que os nossos estados de consciência (experiências sensoriais, pensamentos, etc.) são estados intrinsecamente subjetivos e, portanto, quanto a esse aspecto, irredutíveis a qualquer definição e explicação de caráter científico, cuja formulação estaria ancorada no ponto de vista da terceira pessoa. Presume-se, na abordagem proposta por Searle, que os referidos estados de consciência – enquanto estados irredutivelmente subjetivos – somente possam ser revelados para o próprio sujeito, do ponto de vista da primeira pessoa. De outro lado, apoiado em programas de pesquisa em Neurociência e em Inteligência Artificial, Daniel Dennett irá adotar uma teoria reducionista da consciência, que busca, do ponto de vista da terceira pessoa, analisar a estrutura da mente consciente em termos funcionais, ou seja, tal teoria caracteriza-se pelas tentativas de definir e explicar os estados e processos mentais conscientes em termos de uma atividade funcional específica (não necessariamente exercida pelo cérebro enquanto um órgão biológico), que envolva, por exemplo, a capacidade de um sistema de receber estímulos ambientais, processar um conjunto de informações e exercer uma resposta comportamental para qual seja requerida algum nível de inteligência. Para Dennett, nosso cérebro pode ser comparado a uma espécie de computador e a consciência – enquanto uma propriedade funcional – a um certo tipo de *software*, uma “máquina virtual” em nosso cérebro. Enquanto Dennett empenha-se em mostrar que a consciência é um fenômeno de terceira pessoa e, por isso mesmo, passível de ser analisado cientificamente, Searle chama nossa atenção para a irredutibilidade do “caráter subjetivo” intrínseco à experiência consciente, acessível apenas do ponto de vista da primeira pessoa.

Tal “caráter subjetivo” (denominado de *qualia* – termo em latim para designar as qualidades fenomenológicas de nossa experiência consciente, tais como, perceber o vermelho, sentir o sabor do amargo, ouvir um ruído barulhento, etc.) torna-se, para Searle, o aspecto essencial de nossos estados de consciência. O mesmo autor acusa Daniel Dennett de negar, em sua teoria funcionalista da consciência, a existência de fenômenos como os *qualia*, isto é, de negar a existência de experiências subjetivas,

fenômenos de primeira pessoa, e assim por diante. Searle é categórico em afirmar que: “O problema da consciência, tanto na filosofia quanto nas ciências naturais, consiste em explicar tais sentimentos subjetivos” (p. 118). Mas, como superar o desafio de explicar tais “sentimentos subjetivos”? Conceber propriedades subjetivas em termos de “propriedades intrínsecas” significa concebê-las em termos de propriedades não-relacionais, o que pode sugerir, em princípio, a idéia um tanto quanto inadequada em ciência de que uma coisa possa ser explicada em seus próprios termos (ou em si mesma). A questão que poderíamos colocar passa a ser, então, a seguinte: estaria o funcionalismo de Dennett na obrigação de conceber tal desafio como um *desafio*?

Para pensar a consciência, Dennett parte de uma ontologia extrínsecalista ou funcional, apoiando-se na tese de que não há algo como “propriedades intrínsecas”. A concepção de Dennett pressupõe a idéia de que as propriedades de uma coisa são “propriedades extrínsecas” (analisáveis, decomponíveis, relacionais, etc.). Em uma teoria extrínsecalista, a propriedade de uma coisa não é aquilo que está intrinsecamente presente na coisa, enquanto uma “essência real”, mas sim, aquilo que possibilita a descrição (identificação, classificação, quantificação, etc.) da coisa. Dennett propõe, em sua teoria funcionalista da consciência, que a propriedade de “ser consciente” possa ser pensada como uma propriedade extrínseca (ou funcional), passível de definição e explicação causal, possibilitando, então, que determinados estados e processos exercidos pelo cérebro (ou mesmo por algum outro sistema capaz de exercer tais processos) sejam identificados, classificados, enfim, descritos objetivamente enquanto estados e processos mentais conscientes. O desafio ao qual Searle se refere – de explicar tais sentimentos subjetivos intrínsecos à experiência consciente – somente seria um desafio legítimo para Dennett, caso esse último traísse a sua ontologia funcionalista, abrindo uma exceção para a mente consciente, concebendo-a em termos de propriedades intrínsecas. Conforme o próprio Dennett faz questão de ressaltar: “Postular qualidades internas especiais que são não apenas privadas e intrinsecamente valiosas, mas também que não podem ser confirmadas nem investigadas é apenas obscurantismo” (p. 126).

Searle afirma-nos que a teoria de Dennett reflete uma espécie de “patologia intelectual”, na medida em que ousa questionar a existência dos *qualia*, das propriedades subjetivas imediatamente reveladas do ponto de vista da primeira pessoa. Já Dennett acusa a abordagem assumida por Searle de “obscurantista”, pois tal abordagem apoia-se em propriedades subjetivas, privadas, indecomponíveis, não-analisáveis, portanto, irredutíveis a qualquer explicação causal baseada no ponto de vista da terceira pessoa. Se Searle atém-se às qualidades subjetivas da experiência consciente em função das “evidências” intuitivas da primeira pessoa, Dennett nega tais qualidades para não auto-contradizer a sua própria ontologia extrínsecalista.

Além disso, Searle, supõe que o acesso privilegiado do sujeito aos seus próprios estados de consciência (experiências sensoriais, pensamentos, etc.) comportaria uma certa infalibilidade, isto é, do ponto de vista da primeira pessoa, o autor presume que

o sujeito jamais poderia estar errado quanto ao estado de consciência em que se encontra naquele momento, pois, de acordo com a abordagem em questão, no que se refere à consciência, a aparência é a realidade. Ao colapsar, no ponto de vista da primeira pessoa, a aparência com a realidade, Searle exclui a possibilidade do erro, justamente aquilo que, em princípio, parece ser condição para a corrigibilidade de qualquer ponto de vista, algo imprescindível para a possibilidade de refutação de qualquer teoria, para a formulação de novas hipóteses ou conjecturas teóricas.

Ao contrário de Searle, Dennett coloca em questão a existência dos *qualia*, ao afirmar que: “...aparentemente, para nós, os *qualia* existem. Mas isto é um julgamento errôneo que fazemos sobre o que, de fato, acontece” (p. 119). Colocando em questão o que para Searle é uma “evidência”, Dennett restabelece, quanto ao que nos é revelado do ponto de vista da primeira pessoa, a distinção entre aparência e realidade. Não poder fazer tal distinção significa “não poder errar”, não poder estar errado é algo que tornaria a própria evolução da vida e da inteligência impossíveis, pois, sem feed-back negativo a vida seria impossível, já que essa evolui em sistemas neguentrópicos abertos; e sem ensaio-e-erro-e-novo-ensaio... a inteligência também seria impossível, já que essa evolui em sistemas capazes de aprender com a experiência.

Portanto, se os motivos de Searle para defender uma “ontologia subjetiva” da consciência justificam-se, em princípio, na peculiaridade das qualidades subjetivas intrínsecas à experiência consciente e na “evidência intuitiva” através da qual tais qualidades subjetivas nos são reveladas, os motivos de Dennett para questionar tal subjetivismo encontram justificativa em sua ontologia extrínsecista e na legitimidade da distinção entre aparência e realidade para aquilo que nos é revelado do ponto de vista da primeira pessoa.



**aplicar logo da
Gráfica**

Episteme foi composta pela ComTexto, em Times New Roman, corpo 10,5/auto.
Porto Alegre, fevereiro de 2003.

9
hu
sk

Impressão:

COM
EDITORIAÇÃO
ELETRÔNICA E
COMUNICAÇÃO

Texto


UFRGS
GRÁFICA

Episteme foi composta pela ComTexto, em Times New Roman, corpo 10,5/auto.
Porto Alegre, fevereiro de 2003.

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 subsequente 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.

