



episteme

filosofia e história das ciências em revista

ISSN 1413-5736

v.13 n.28 jul./dez. 2008



Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto Latino-Americano de Estudos Avançados
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**

Reitor

Carlos Alexandre Netto

Vice-Reitor

Rui Vicente Oppermann

Pró-Reitor de Pesquisa

João Edgar Schmidt

Vice-Pró-Reitor de Pesquisa

Bruno Cassel Neto

Diretor do ILEA

Maria Beatriz Moreira Luce

Coordenador do GIFHC

Aldo Mellender de Araújo

episteme

filosofia e história das ciências em revista

EDITOR

Rualdo Menegat

COMISSÃO EDITORIAL

Aldo Mellender de Araújo, Anna Carolina K. P. Regner, Daniel Hoffmann, Rualdo Menegat e Russel Teresinha Dutra da Rosa

CONSELHO EDITORIAL

Alfredo Veiga-Neto (UFRGS, Brasil), Alberto Cupani (UFSC, Brasil), Ana Maria Alfonso Goldfarb (PUCSP, Brasil), Áttico 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 República Uruguai), Michael Ruse (Florida State University, EUA), Rejane Maria de Freitas Xavier (MINC/Brasília, Brasil), Roberto de Andrade Martins (UNICAMP, Brasil), Timothy Lenoir (Stanford University, EUA), Thomas Glick (Boston University, EUA), Ubiratan D'Ambrósio (PUCSP, Brasil), Victor Rodríguez (Universidad Nacional de Córdoba, Argentina).

Expediente: **Episteme** é uma publicação do Grupo Interdisciplinar em Filosofia e História das Ciências.

Programa de Apoio a Grupos Interdisciplinares (PROPESQ). **Capa de:** Rualdo Menegat. Edição

eletrônica: www.contextoeditoracao.com.br. **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,, 9.500. Prédio 43.322, Sala 104. Campus do Vale. Porto Alegre - RS. CEP 91.509-900. Fax (51) 3316-7155 e 3316-7156. Fone: (51) 3316-6941 e 3316-6945.

E-mail: gifhc@ilea.ufrgs.br. URL: <http://www.ilea.ufrgs.br/gifhc>; <http://www.ilea.ufrgs.br/episteme/>

Apoio



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

episteme

filosofia e história das ciências em revista

Episteme, Porto Alegre, v.13 n. 28 jul./dez. 2008.

Episteme / Grupo Interdisciplinar em Filosofia e História das Ciências. v. 13, n. 28 jul./dez. 2008.

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)

ARTIGOS

El programa hilbertiano de la Ciencia del Sistema Tierra y la epistemología de la Ciencia Post-Normal después de Kuhn <i>The Hilbertian program for Earth System Science and the epistemology of the Post-Normal Science after Kuhn</i> Ignacio Ayestarán.....	175
La dimensión filosófica del nanomundo: la nanología <i>The philosophical dimension of the nanoworld: nanology</i> Carlos Eduardo Maldonado	195
A importância da filosofia da tecnologia para a filosofia da ciência <i>The importance of philosophy of technology to philosophy of science</i> Alberto Cupani.	215
Dificultades teóricas de las restricciones (constraints) de desarrollo y su relación con la selección natural <i>Theoretical difficulties of developmental constraints and their relation with natural selection</i> Vicente Dressino.....	227
La relación disciplinar entre la genética de poblaciones y la paleontología en el marco de la teoría sintética de la evolución <i>The disciplinary relationship between population genetics and paleontology in the framework of the evolutionary synthesis theory</i> Guillermo Folguera, Federico di Pasquo	239

A neutralidade *sub condicio* da linguagem de Goffman

The sub condicio neutrality of Goffman's language

Paolo Totaro.....251

RESENHA

Esclarecimento, autonomia e educação moral em Kant

Enlightenment, autonomy and moral education in Kant

Henrique José da Rocha.....265

EL PROGRAMA HILBERTIANO DE LA CIENCIA DEL SISTEMA TIERRA Y LA EPISTEMOLOGÍA DE LA CIENCIA POST-NORMAL DESPUÉS DE KUHN

Ignacio Ayestarán¹

RESUMEN

La Ciencia del Sistema Tierra es un nuevo paradigma para investigar la comprensión de nuestro planeta. Este artículo examina esta revolución científica a través de diferentes secciones. La primera sección presenta la segunda revolución copernicana después de Kant. La segunda sección desarrolla la declaración de Ámsterdam sobre el cambio global y el comienzo de esta segunda revolución en ciencia. La tercera sección trata el programa hilbertiano como un paradigma emergente para la Ciencia del Sistema Tierra. La cuarta sección proporciona una metodología post-kuhniana para este programa desde la Ciencia Post-Normal. Finalmente, la quinta sección estudia la axiología, la epistemología y la política en el paradigma Post-Normal entre las ciencias naturales y las ciencias sociales hacia un nuevo y sostenible contrato social de la ciencia.

Palabras-clave: Ciencia del Sistema Tierra - Ciencia Post-Normal - Kuhn - Programa hilbertiano - Segunda revolución copernicana.

THE HILBERTIAN PROGRAM FOR EARTH SYSTEM SCIENCE AND THE EPISTEMOLOGY OF THE POST-NORMAL SCIENCE AFTER KUHN

The Earth System Science is a new paradigm for research into the understanding of our planet. This article examines this scientific revolution through several sections. The first section presents the second Copernican revolution after Kant. The second section covers the Amsterdam declaration on global change and the beginning of this second revolution in science. The third section is related to the Hilbertian program as an emergent paradigm for the Earth System Science. The fourth section provides a post-Kuhnian methodology for this program from the Post-Normal Science. Finally, the fifth section studies the axiology, the epistemology, and the policy in the Post-Normal paradigm between the Natural Sciences and the Social Sciences towards a new and sustainable social contract for science.

Kew-words: Earth System Science - Hilbertian Program - Kuhn - Post-Normal Science - Second Copernican Revolution.

¹ Departamento de Filosofía, Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación, Universidad del País Vasco (UPV/EHU). E-mail: ignacio.ayestaran@ehu.es

1. INTRODUCCIÓN: LA SEGUNDA REVOLUCIÓN COPERNICANA

En la *Crítica de la razón pura* Immanuel Kant había establecido una revolución copernicana en la historia del pensamiento y de la ciencia. Apelando a la forma de hacer ciencia de la revolución de la ciencia natural (física y matemática) de su época, el pensador de Königsberg postulaba una revisión de los logros del conocimiento de la naturaleza a partir de la razón crítica. Cuando Galileo hizo bajar por el plano inclinado unas bolas de un peso elegido por él mismo, o cuando Torricelli hizo que el aire sostuviera un peso que él, de antemano, había supuesto equivalente al de un determinado volumen de agua, entonces los investigadores de la naturaleza comprendieron que la razón abordaba la naturaleza llevando en una mano los principios según los cuales sólo pueden considerarse como leyes los fenómenos concordantes, y en la otra, el experimento que ella haya proyectado a la luz de tales principios (*KrV*, B XII-XIII). El espíritu de esta revolución estriba en “que sólo conocemos a priori de las cosas lo que nosotros mismos ponemos en ellas” previamente (*KrV*, B XVIII). Ésta es la enseñanza metodológica de la revolución copernicana a juicio de Kant:

Ocurre aquí como en los primeros pensamientos de Copérnico. Éste, viendo que no conseguía explicar los movimientos celestes si aceptaba que todo el ejército de estrellas giraba alrededor del espectador, probó si no obtendría mejores resultados haciendo girar al espectador y dejando las estrellas en reposo. (*KrV*, B XVI).

Y en una nota del segundo prólogo a la *Crítica de la razón pura*, precisa nuevamente el sentido de esta revolución desde Copérnico hasta Newton:

Las leyes centrales de los movimientos de los cuerpos celestes proporcionan así completa certeza a lo que Copérnico tomó, inicialmente, como simple hipótesis, y demostraron, a la vez, la fuerza invisible que liga la estructura del universo (la atracción newtoniana). Esta atracción hubiera permanecido para siempre sin descubrir si Copérnico no se hubiese atrevido a buscar, de modo opuesto a los sentidos, pero verdadero, los movimientos observados, no en los objetos del cielo, sino en su espectador. Por mi parte, presento igualmente en este prólogo la transformación de este pensamiento -que es análoga a la hipótesis mencionada- expuesta en la crítica como mera hipótesis. (*KrV*, nota de Kant a B XXI).

Esta revolución copernicana que tanto fascinó a Kant se produjo con el perfeccionamiento y mejoramiento de los instrumentos ópticos que colocaron la Tierra en su lugar astronómico correcto. Hoy, más de 500 años después de Nicolás Copérnico, sofisticadas técnicas de análisis y síntesis de la información -incluyendo las técnicas de simulación de modelos- están realizando una segunda revolución copernicana (Schellnhuber 1999). Esta última revolución se está convirtiendo en una inversión parcial de la primera. A través de una visión global de la evolución y la historia de la Tierra, permite percibir nuestro planeta como una sola entidad

compleja, disipativa, dinámica, lejos de equilibrio termodinámico. Provista de unas técnicas y metodologías que eran impensables en la época de Kant, esta revolución pretende comprender el sistema de la Tierra en su conjunto y, sobre esta base cognitiva, los instrumentos de gestión del ambiente global.

El concepto de esta nueva revolución copernicana se basa en la primera y, sin embargo, la trasciende en varios puntos (Clark, Crutzen y Schellnhuber 2004, p. 7):

1. El ojo científico es redirigido desde el espacio exterior a nuestra “Tierra viviente”, que funciona como un único sistema dinámico muy lejos del equilibrio termodinámico que caracteriza a los planetas “muertos” como Venus.
2. La ambición científica es recalificada por la plena aceptación de los límites cognitivos destacados en las notorias incertidumbres asociadas con la no linealidad, la complejidad y la irreproductibilidad de los fenómenos investigados.
3. El *ethos* científico es reequilibrado al aceptar que la generación de conocimientos está íntimamente ligado al contexto histórico-cultural. La comunidad científica se convierte en parte de sus propios enigmas, los especímenes de investigación pasan a ser parte de sus propias explicaciones, y la coproducción se convierte en la manera normal de hacer frente a los desafíos cognitivos de una Tierra en transformación.

La primera revolución copernicana situaba nuestro planeta en su correcto contexto astrofísico. Esta segunda revolución copernicana sitúa a la humanidad en un nexo adecuado con el ambiente y los ecosistemas de la Tierra (Miller 2003). La sostenibilidad de la geobiosfera ahora se ve indisolublemente vinculada con el desarrollo humano a nivel mundial desde un sistema simbiótico, pues, como ha subrayado Lynn Margulis (1998), vivimos en un planeta simbiótico. La esencia de una segunda revolución copernicana, por tanto, es el reconocimiento y el respeto de la inalterable relación simbiótica entre el futuro bienestar de la humanidad y la integridad de los procesos ambientales que son necesarios para sostener ese futuro. Esto presupone un desafío epistémico y cognitivo, tanto en la metodología de la ciencia como en la filosofía de la ciencia, porque hay que reconsiderar el papel del sujeto humano en su lugar astronómico y terrestre, con herramientas *a priori* y *a posteriori*, en un nuevo marco de estudio *a fortiori*. Una parte fundamental de este marco que está surgiendo es el paradigma de la “Ciencia del Sistema Tierra” (*Earth System Science*).

2. LA DECLARACIÓN DE ÁMSTERDAM SOBRE CAMBIO GLOBAL

En el año 2001, delegados de más de 100 países que participan en los cuatro principales programas de investigación internacional sobre el cambio ambiental global hicieron suya la “Declaración de Ámsterdam”, que estableció formalmente la “Asociación de la Ciencia del Sistema Tierra” desde las bases para una segunda revolución copernicana (Clark, Crutzen y Schellnhuber 2004). Las comunidades científicas de los cuatro programas internacionales sobre el cambio global - International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP), International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change (IHDP), World Climate Research Programme (WCRP) y el programa internacional sobre diversidad biológica denominado DIVERSITAS- reconocieron en dicha declaración que, además de la amenaza del significativo cambio climático, hay una creciente preocupación por la cada vez mayor modificación humana del resto de aspectos del medio ambiente global y las consiguientes consecuencias para el bienestar humano. Los bienes y servicios básicos ofrecidos por el sistema de mantenimiento de la vida planetaria, tales como los alimentos, el agua, el aire limpio y un entorno propicio para la salud humana, cada vez están siendo más afectados por el cambio global.

La Declaración de Ámsterdam admitía que las investigaciones llevadas a cabo durante la última década, bajo los auspicios de los cuatro programas para hacer frente a estas preocupaciones, habían demostrado un consenso en torno a cinco puntos (Moore III, Underdal, Lemke y Loreau 2002):

1. *La Tierra se comporta como un sistema único y autorregulado, formado por componentes físicos, químicos, biológicos y humanos.* Las interacciones y retroalimentaciones entre las partes componentes son complejas y presentan una variabilidad temporal y espacial a nivel multi-escala. La comprensión de la dinámica natural del Sistema Tierra ha avanzado notablemente en los años recientes y brinda una profunda base para evaluar los efectos y las consecuencias del cambio impulsado por el ser humano.
2. *Las actividades humanas están influyendo significativamente en el ambiente de la Tierra de numerosas maneras, además de las emisiones de gases de efecto invernadero y el cambio climático.* Los cambios antropogénicos en la superficie, los océanos, las costas y la atmósfera de la Tierra, así como en la diversidad biológica, el ciclo del agua y los ciclos bioquímicos, son claramente identificables, más allá de la variabilidad natural. Son equiparables a algunas de las grandes fuerzas de la Naturaleza en su extensión e impacto. Muchos de esos cambios se están acelerando. El cambio global es real y se está produciendo *ahora*.

3. *El cambio global no puede ser entendido en términos de un simple paradigma de causa-efecto.* Los cambios impulsados por el ser humano causan efectos múltiples en cascada que recorren el Sistema Tierra por vías complejas. Estos efectos interactúan unos con otros, en cambios a escalas locales y regionales, de acuerdo con patrones multidimensionales que son difíciles de comprender y aún más difíciles de predecir. Las sorpresas abundan en este campo.
4. *La dinámica del Sistema Tierra se caracteriza por umbrales críticos y cambios abruptos.* Las actividades humanas podrían desencadenar inadvertidamente tales cambios, con severas consecuencias para el ambiente y los habitantes de la Tierra. El Sistema Tierra ha funcionado en diferentes estados a lo largo del último medio millón de años, con transiciones abruptas (una década, o menos) entre dichos estados. Las actividades humanas tienen el potencial de modificar el Sistema Tierra hacia modos de operar alternativos, que podrían resultar irreversibles y menos hospitalarios para el ser humano y otros tipos de vida. La probabilidad de un cambio abrupto provocado por el ser humano en el ambiente de la Tierra aún debe ser cuantificada pero no puede ser ignorada.
5. *En términos de algunos parámetros ambientales claves, el Sistema Tierra se ha movido claramente fuera del rango de la variabilidad natural exhibido por lo menos a lo largo del último medio millón de años.* La naturaleza de los cambios que ahora suceden simultáneamente en el Sistema Tierra, *sus magnitudes y tasas de aceleración* no tienen precedentes. En el presente la Tierra se está comportando en condiciones inéditas.

Sobre esta base de la Declaración de Ámsterdam, los programas internacionales sobre el cambio global pedían a los gobiernos, a las instituciones públicas y privadas y a los pueblos del mundo unanimidad en dos demandas (Moore III, Underdal, Lemke y Loreau 2002):

1. *Se necesita urgentemente un marco ético para las estrategias y la administración globales en la gestión del Sistema Tierra.* La acelerada transformación humana del medio de la Tierra no es sostenible. Por tanto, el modo de *negocio acostumbrado (business-as-usual)* para tratar el Sistema Tierra no es una opción. Tiene que ser sustituido -a la mayor brevedad posible- por estrategias deliberadas de buena gestión que sustenten el ambiente de la Tierra, cumpliendo al mismo tiempo con objetivos de desarrollo económico y social.

2. *Se requiere un nuevo sistema de ciencia del medio ambiente global.* Éste ha empezado a evolucionar a partir de enfoques complementarios de los programas internacionales de investigación sobre cambio global y necesita ser fortalecido y un mayor desarrollo. Utilizará fundamentalmente la base disciplinaria, existente y en expansión, de la ciencia del cambio global. Integrará, más allá de las disciplinas, temas de desarrollo y del medio ambiente, así como las ciencias naturales y sociales. Colaborará más allá de las fronteras nacionales sobre la base de una infraestructura compartida y segura. Intensificará esfuerzos para posibilitar la plena implicación de los científicos de los países en desarrollo. Y empleará las fuerzas complementarias de naciones y regiones para construir un eficiente sistema internacional de ciencia ambiental global.

Estos programas sobre cambio global se comprometieron desde entonces a trabajar estrechamente con otros sectores de la sociedad, también a través de todas las naciones y las culturas, para hacer frente al desafío de una Tierra en transformación. Nuevas asociaciones se empezaron a formar entre las instituciones de investigaciones universitarias, industriales y gubernamentales. Intensificaron el diálogo entre la comunidad científica y los encargados de formular políticas a varios niveles. Se hizo entonces manifiesta la necesidad de tomar medidas para formalizar, consolidar y fortalecer las iniciativas que se están desarrollando en este nuevo paradigma. Su objetivo común es desarrollar la base esencial de conocimientos necesarios para responder con eficacia y rapidez a los grandes desafíos del cambio global.

3. EL PROGRAMA HILBERTIANO DE LA CIENCIA DEL SISTEMA TIERRA

Tras la Declaración de Ámsterdam se propuso consolidar un programa que evaluara las principales cuestiones metodológicas del paradigma emergente de la “Ciencia del Sistema Tierra” (*Earth System Science*). Para ello se cogió como referencia el programa que propuso en su día el matemático David Hilbert. En 1900, dentro de la Conferencia Mundial de Matemáticas en París, Hilbert propuso un monumental programa para evaluar los avances de las matemáticas en el siglo XX. Este programa consistió básicamente en una ecléctica lista de 23 problemas que debían ser resueltos por la comunidad científica. De modo similar, la comunidad científica internacional del Sistema Tierra ha elaborado su propio programa hilbertiano (Schellnhuber y Sahagian de 2002, p. 21; Clark, Crutzen y Schellnhuber

2004, pp. 8-14; Schellnhuber, Crutzen, Clark y Hunt 2005), con un listado de 23 preguntas cruciales que deben abordarse para la sostenibilidad global. Este programa para la comprensión del Sistema Tierra surgió tras un congreso organizado en 2001 por GAIM (Schellnhuber y Sahagian 2002) -el laboratorio de ideas transdisciplinario del programa internacional IGBP (Internacional Geosphere–Biosphere Programme)-. Su propuesta programática se postula como un campo de estudio e investigación para el siglo XXI, por medio de una lista de 23 preguntas organizadas en cuatro bloques destacados, a saber, cuestiones analíticas, metodológicas, normativas y estratégicas, respectivamente:

A- Cuestiones analíticas:

1. ¿Cuáles son los órganos vitales de la ecosfera desde el punto de vista del funcionamiento y de la evolución?
2. ¿Cuáles son los principales patrones dinámicos, las teleconexiones y los bucles de retroalimentación en la maquinaria planetaria?
3. ¿Cuáles son los elementos críticos (umbrales, cuellos de botella, transiciones) en el Sistema Tierra?
4. ¿Cuáles son las escalas temporales y los regímenes característicos de la variabilidad natural del planeta?
5. ¿Cuáles son los regímenes de las perturbaciones antropogénicas y de las teleperturbaciones que importan desde el nivel del Sistema Tierra?
6. ¿Cuáles son los órganos vitales de la ecosfera y los elementos planetarios críticos que pueden ser transformados por la acción humana?
7. ¿Cuáles son las regiones más vulnerables en los cambios globales?
8. ¿Cómo son procesados los fenómenos extremos y abruptos a través de las interacciones naturaleza-sociedad?

B-Cuestiones operativas:

9. ¿Cuáles son los principios para la construcción de “macroscopios” (*macroscopes*), es decir, representaciones del Sistema Tierra que agreguen detalles sin cesar, manteniendo al mismo tiempo todos los ítems de los órdenes sistémicos?
10. ¿Qué niveles de complejidad y resolución tienen que ser alcanzados en los modelos del Sistema Tierra?
11. ¿Es posible describir el Sistema Tierra como una composición de regiones y órganos débilmente acoplados, y es posible reconstruir la maquinaria planetaria desde estas piezas?
12. ¿Cuál podría ser la estrategia global más eficaz para la generación, transformación e integración de la serie de datos relevantes del Sistema Tierra?

13. ¿Cuáles son las mejores técnicas para analizar y, en la medida de lo posible, predecir eventos irregulares?
14. ¿Cuáles son las metodologías más apropiadas para la integración del conocimiento entre las ciencias naturales y las ciencias sociales?

C- Cuestiones normativas:

15. ¿Cuáles son los principios y criterios generales para distinguir los futuros sostenibles y no-sostenibles?
16. ¿Cuál es la capacidad de carga de la Tierra?
17. ¿Cuáles son los dominios accesibles pero intolerables en el espacio de la co-evolución entre la naturaleza y la humanidad?
18. ¿Qué tipo de la naturaleza quieren las sociedades modernas?
19. ¿Cuáles son los principios de equidad que deberían gobernar la gestión global del medio ambiente?

D- Cuestiones estratégicas:

20. ¿Cuál es la combinación óptima de medidas de adaptación y mitigación para responder al cambio global?
21. ¿Cuál es la óptima descomposición de la superficie del planeta en reservas naturales y áreas gestionadas?
22. ¿Cuáles son las opciones y advertencias ante soluciones tecnológicas como la geoingeniería y la modificación genética?
23. ¿Cuál es la estructura de un sistema eficaz y eficiente para las instituciones ambientales y de desarrollo globales?

En lo que resta del artículo se va ofrecer una respuesta al programa hilbertiano de la Ciencia del Sistema Tierra, en concreto a la cuestión operativa 14 (“¿Cuáles son las metodologías más apropiadas para la integración del conocimiento entre las ciencias naturales y las ciencias sociales?”). Para ello se va revisar dicha cuestión desde el paradigma de la ciencia post-normal, un enfoque metodológico nacido desde la economía ecológica y la ciencia de la sustentabilidad para el manejo y la resolución de problemas complejos globales (Funtowicz y Ravetz 1991 y 1994a, Ayestarán 1998 y 2000).

4. LA CIENCIA POST-NORMAL DESPUÉS DE KUHN

Desde una Tierra en transformación, las incertidumbres múltiples de las actuales ciencias ecológicas y de las ciencias de la sostenibilidad han de introducir necesariamente nuevos marcos metodológicos en la evaluación de la calidad. En un

mundo global sometido a los parámetros de la sociedad del riesgo los problemas ambientales complejos se extienden a diferentes escalas de espacio y tiempo y las incertidumbres de cualquier clase y grado de dificultad afectan tanto a los datos como a las teorías al intervenir incertidumbres y valores que las metodologías del análisis científico tradicional no contemplan (Funtowicz y Ravetz 1994b). Una imagen limitada de la realidad que reduce los fenómenos complejos a elementos sencillos y atómicos en un sistema causa-efecto de entradas (*inputs*) y salidas (*outputs*) puede ser muy efectiva para la experimentación controlada y la construcción de teorías abstractas, pero no es el enfoque más conveniente para las tareas de la política ambiental del Sistema Tierra, más allá de la regularidad, la simplicidad y la certidumbre de los fenómenos estudiados en los manuales de texto y la ciencia de laboratorio. La realidad que se persigue frecuentemente en el ámbito de la ciencia de la sostenibilidad y de los riesgos globales responde más bien a fenómenos complejos dentro de sinergias y debates donde los hechos son inciertos, los valores son discutibles, los intereses son substanciales y las decisiones son urgentes.

La distinción “normal” de hechos científicos objetivos duros y juicios valorativos subjetivos suaves se ha invertido en este contexto global. Muy a menudo se han de tomar decisiones políticas duras cuando las aportaciones científicas con las que contamos son irremediabilmente simples y suaves. El mundo complejo de la sostenibilidad no se parece demasiado a la situación de laboratorio. Los problemas ambientales complejos no caben en una probeta cuando se extienden por amplias zonas del planeta o incluso cuando afectan a la Tierra en su conjunto: desplazamiento de contaminantes ambientales, exposición a productos químicos, pérdida de biodiversidad a gran escala, evolución del cambio climático planetario. En estas situaciones inéditas, cuando los hechos son inciertos, los valores discutibles, los intereses elevados y las decisiones urgentes, el principio orientativo tradicional de la ciencia de investigación y el principio de consecución de la verdad o, como mínimo, del conocimiento objetivo y neutral, se han de modificar sustancialmente. En las condiciones de la ciencia post-normal el principio orientativo es mucho más intenso y menos abstracto: el principio de calidad (Funtowicz y Ravetz 1993 y 2000).

El principio de calidad en contextos de sostenibilidad compleja conlleva la introducción del paradigma post-normal en ciencia frente al modelo de ciencia normal clásica, al que, por ejemplo, nos remitía Thomas S. Kuhn en *La estructura de las revoluciones científicas*. Kuhn definía el paradigma de la “ciencia normal” bajo tres condiciones que se establecían entre la empiria y la teoría: la determinación del hecho significativo, el acoplamiento de los hechos con la teoría y, finalmente, la articulación de la teoría (Kuhn 1962). Estas tres condiciones han variado considerablemente en el mundo tecnoindustrial contemporáneo. La experimentación actual ya no se limita al laboratorio, que antes dirimía el valor epistémico de los hechos. Ahora la diferencia entre lo interno (la ciencia) y lo externo (la sociedad) ha sido transformada. Desde Pasteur, la sociedad entera se ha convertido en un inmenso laboratorio sin fin, tal y como lo ha descrito Bruno Latour (1988, 1993 y 2004),

cuando la campaña entera de Francia y sus granjas se pasteurizaron por primera vez. Y lo mismo se podría decir de los cultivos transgénicos que han convertido la biosfera y nuestros cuerpos en laboratorios de alto riesgo. La ciencia ya no comienza ni termina en las paredes del laboratorio. El laboratorio antes reproducía artificialmente la naturaleza, para manipularla de antemano al arbitrio del científico, como había predicho Kant a partir de la obra de Copérnico, Galileo, Torricelli y Newton. Ahora toda la sociedad es un inmenso laboratorio. Las grandes dimensiones de las empresas tecnocientíficas han hecho de cada accidente un nuevo campo de estudio social y científico. Hiroshima, Chernobyl, Bhopal o Exxon Valdez son ejemplos de esta nueva fase experimental. Cada accidente, inherente a cada progreso, es un nuevo experimento, sólo que esta vez el experimento no puede ser detenido a voluntad, ni se sabe hasta dónde llegará el final. Los hechos ya no son puros, aislados o repetibles. Los problemas ambientales complejos son formas de experimentación inéditas que han alterado el papel del laboratorio.

Para su estudio científico no contamos con un equilibrio entre los datos experimentales cuantitativos controlados y la teoría matemática, equilibrio que ha sido paradigmático para las ciencias naturales y experimentales clásicas. En cambio, los datos surgen de experimentos de laboratorio análogamente débiles y estudios de campo ad hoc, informes anecdóticos y opiniones de expertos; y las principales herramientas teóricas de que se disponen provienen de las simulaciones y modelos de computación no comprobables. Por eso mismo, para comprender las nuevas tareas y métodos de la ciencia, podemos invertir con fecundidad la metáfora de Latour y pensar que es la naturaleza la que ahora reinvade el laboratorio, pues los riesgos que enfrentamos son globales en alcance y complejos en estructura. Las ficciones fértiles de la naturaleza que a priori nos proporcionan las condiciones experimentales de laboratorio y los modelos computacionales ahora pueden convertirse en meras caricaturas si no van acompañadas de un nuevo marco metodológico. El laboratorio ya no avanza hacia el campo. Antes bien, lo salvaje ha penetrado en el laboratorio, a veces incluso de forma catastrófica.

Se obtiene de esta manera una imagen diferente de la evolución de los problemas complejos y del papel de la ciencia. Primero, el laboratorio invadió la naturaleza, pero ahora, los efectos perversos sobre la naturaleza vuelven a nosotros convirtiéndonos en improvisados laboratorios. En este nivel, ya no cabe hablar de una separación radical entre la ciencia y la política, entre los hechos y los valores. Naturaleza y sociedad parecen formar parte entonces de una misma red híbrida tecnopolítica. Cuando nuestro mundo se encuentra invadido por embriones congelados, sistemas expertos, máquinas digitales, robots con sensores, maíces transgénicos, bancos de datos, drogas psicotrópicas, ballenas equipadas de radiosondas, sintetizadores de genes y otros híbridos, entonces aparecen nuevas propiedades y problemas a dirimir ante el desarrollo tecnocientífico. La historia del agujero de ozono, la del calentamiento global del planeta, o la de la deforestación son a un mismo tiempo naturales y humanas, globales y locales (Latour 1993: 80-

81), son híbridos tecnonaturales. Los accidentes en reactores nucleares, los vertidos químicos, los experimentos genéticos y los virus informáticos que se escapan del modelo de laboratorio tradicional llevan a ver los propios seres humanos con la categoría de *cyborgs* (Haraway 1991) como si fuésemos organismos cibernéticos en un planeta simbiótico (Ayestarán 2005b y 2006).

De esta forma, naturaleza, tecnociencia y sociedad se imbrican mutuamente y ya no pueden ser reflejadas en el modelo clásico normal escindido entre las ciencias físicas matemáticas y las ciencias sociales, ni en la separación entre ciencias duras y ciencias blandas. En este punto ha surgido un nuevo modelo de ciencia, que ya no es la ciencia normal descrita por Kuhn. En este nuevo modelo ya no se habla de hechos “duros” y valores “blandos”, sino de decisiones políticas “duras” e inputs científicos “blandos”, donde la incertidumbre es elevada, porque no se sabe a ciencia cierta las consecuencias de estos nuevos “experimentos” intergeneracionales (Hiroshima, Chernobyl, Exxon Valdez, Bhopal). La investigación queda socializada y la falsación definitiva queda postergada o diferida en el tiempo. La incertidumbre ya no desaparece, sino que se la maneja, y los valores no se presuponen, sino que se explicitan, en un modelo de ciencia que deja de regirse por el esquema nomológico-deductivo tradicional que postulaban los teóricos de la ciencia clásica (esquema cuya dirección venía enmarcada en la secuencia “hipótesis-experimento-teoría”, un esquema presupuesto *in nuce* por Kant), para dar paso a una ciencia post-normal en la que la experimentación se prolonga en el tiempo durante decenas e incluso centenares de años, con la introducción de diversas variables de riesgo e incertidumbre. El paradigma de la ciencia post-normal plantea por tanto dos aspectos novedosos ante los riesgos globales. Uno es la idea de una ciencia de investigación que supera el paradigma incontestable e indiscutible de la ciencia normal de Kuhn. El segundo es poner en duda la presunción metodológica de una política ambiental que todavía es “normal” basada en la rutina de expertos como base adecuada de conocimiento para las decisiones políticas de evaluación en contextos de complejidad e incertidumbre.

Mientras la ciencia antes era representada como un avance continuo hacia la certidumbre y el control de nuestro mundo natural, ahora ella es vista tratando muchas incertidumbres en cuestiones de política pública relacionadas con los riesgos y el ambiente. El paradigma analítico reduccionista que divide los sistemas en partes cada vez menores, estudiadas por una especialización paulatinamente más esotérica, se ve reemplazado por un enfoque sistémico e integrador de complejidad reflexiva (Funtowicz y Ravetz 1994b). Las viejas dicotomías de hechos y valores o de conocimiento e ignorancia están siendo superadas o revisadas. Ahora se reconoce que los sistemas naturales son complejos y dinámicos e igualmente se admite que aquellos sistemas que se relacionan con la humanidad son emergentes, incluyendo aspectos de reflexividad y de contradicción (De Marchi y Funtowicz 2000). La ciencia adecuada para estas nuevas condiciones se basará en la asunción de impredecibilidad, control incompleto y pluralidad de perspectivas legítimas.

Para caracterizar el modelo de ciencia post-normal en las estrategias de resolución de problemas ante los riesgos ambientales complejos se ha de pensar que los hechos son inciertos, los valores que están en disputa son elevados y las decisiones son urgentes. En tales circunstancias es probable que una metodología lineal simple basada en el ejemplo de la ciencia de laboratorio “pura” no proporcione una guía segura. Ello no implica denostar las aportaciones de la ciencia tradicional, pero sí supone una nueva estrategia científica y metodológica que se puede escenificar en un diagrama biaxial (Funtowicz y Ravetz 1992, 1993 y 2000). Este diagrama de la ciencia post-normal (ver figura 1) presenta tres rasgos distintivos a partir de dos ejes o coordenadas. El primer rasgo distintivo presupone una innovación para la metodología científica y muestra la interacción de los aspectos epistémicos (conocimiento) y axiológicos (valores) de los problemas científicos. Se los ubica como ejes del diagrama, representando la intensidad de la incertidumbre y de los grados de decisión en juego respectivamente. El segundo rasgo innovador es que la incertidumbre y los grados de decisión en juego son los opuestos de los atributos que tradicionalmente caracterizaban la ciencia, a saber, su certeza y neutralidad valorativa. Finalmente, el tercer rasgo innovador se refleja en el hecho de que cada una de estas dimensiones se presenta abarcando tres intervalos discretos (ciencia aplicada, consultoría profesional, ciencia post-normal) con tres zonas que representan y caracterizan otros tantos tipos de estrategias de resolución de problemas.

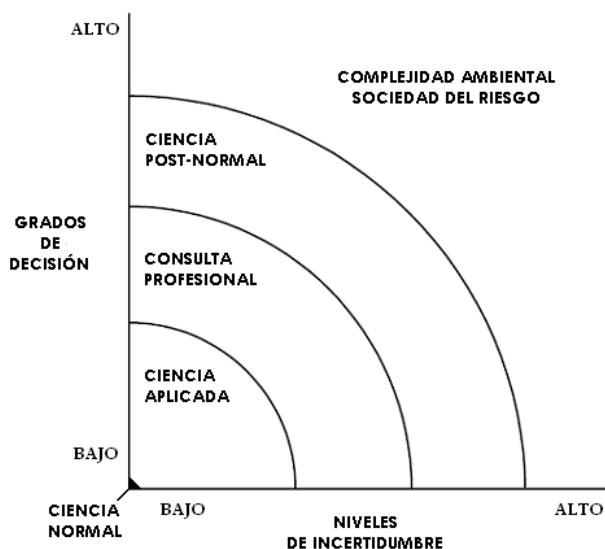


Figura 1 – Diagrama de la ciencia post-normal después de Kuhn.

Los dos ejes del diagrama son los niveles de incertidumbre y los grados de decisión en juego. El eje de los niveles de incertidumbre de los sistemas transmite el principio de que el problema no concierne al descubrimiento de un hecho particular sino a la comprensión o el manejo de una realidad inherentemente compleja. El eje de los grados de decisión en juego incluye todos los diversos costos, beneficios y compromisos valorativos que el problema involucra a través de las diversas personas que intervienen, se arriesgan y se responsabilizan en la toma de decisiones. En la intersección de los dos ejes se ha dejado una pequeña zona oscurecida para representar el lugar que ocuparía la ciencia normal de laboratorio.

Este diagrama pone de manifiesto que la ciencia ha cambiado su tratamiento de la incertidumbre en contextos de complejidad que superan las probetas y paredes del laboratorio experimental normal o tradicional que suponían el refugio de la ciencia pura. Las condiciones de estabilidad y control absolutos de la ciencia básica o pura son rebasadas parcialmente en la ciencia aplicada, aunque todavía su nivel de incertidumbre podrá ser manejado a un nivel técnico mediante rutinas y procedimientos estándar, herramientas estadísticas y paquetes para el procesamiento de datos por computación. Cuando la incertidumbre no puede ser manejada en el nivel rutinario y técnico, porque son relevantes aspectos más complejos del problema, tales como la confiabilidad de las teorías y la información, entonces se requieren juicios personales que dependen de destrezas de alto nivel y la incertidumbre aparece en su nivel metodológico, así como grados de decisión más elevados. Desde ese momento se hace preciso apelar a la consultoría profesional pues se exigen una mayor creatividad y disponibilidad para captar situaciones nuevas e inesperadas y asumir la responsabilidad por sus resultados, extralimitando el ámbito de las ciencias del diseño y el trabajo de ingeniería.

La consultoría profesional representa un paso metodológico más en el conocimiento. La ciencia pura y la ciencia aplicada presentan los rasgos de reproductibilidad y predictibilidad, pues operan en sistemas naturales aislados y controlados. En cambio, las tareas profesionales de los consultores conciernen a situaciones únicas, por muy semejantes que sean a otras circunstancias previas. La consultoría profesional entra en la dinámica del peritaje y del contra-peritaje, no bastando una sola opinión, puesto que, por ejemplo, no sería realista esperar que dos ingenieros de seguridad produjeran el mismo modelo para un análisis de riesgo potencial de una instalación compleja industrial o ambiental. En estas circunstancias los juicios de los expertos son tan importantes como los datos de campo o experimentales. De este modo, si en la ciencia pura y en la ciencia aplicada el foco de evaluación está centrado en el producto, ahora se extiende al producto, al proceso y a las personas (triple “p” al cubo), porque no pueden existir criterios o procesos objetivos y simples para el reaseguro de la calidad.

Finalmente, en la parte más abierta del diagrama se encuentra el intervalo de la ciencia post-normal donde las tareas profesionales o los ejercicios de investigación aplicada ya no pueden dominar el proceso de toma de decisiones bajo

los parámetros de la sociedad del riesgo. En esta fase surgen incertidumbres complejas, nuevos criterios de calidad y compromisos sociopolíticos. Las consideraciones metodológicas, sociales y valorativas desbordan el marco tradicional o normal de la empresa científica. Ya no bastan los procesos normales de revisión de proyectos por parte de los evaluadores y el arbitraje académico de los artículos, pues se amplía la comunidad de investigadores a administradores, usuarios, afectados y ciudadanos en general. Las decisiones trascienden los límites metodológicos y cognitivos de los expertos tradicionales y sus fuentes de financiación. La extensión de la comunidad de evaluadores puede llegar a incluir científicos de diversas disciplinas, abogados, periodistas, consumidores y grupos de presión que intervienen en políticas de contextos complejos e incertidumbres elevadas, porque los grados de decisión se prolongan en el espacio y el tiempo. Los riesgos y los problemas ambientales introducen nuevas demandas que una visión simplista y reduccionista de la práctica científica no puede asumir. Las incertidumbres epistemológicas y axiológicas provocan una extensión automática de la comunidad que participa legítimamente en la evaluación y en una nueva política científica y tecnológica.

5. AXIOLOGÍA, EPISTEMOLOGÍA Y POLÍTICA DE LA CIENCIA POST-NORMAL

En la ciencia post-normal la búsqueda de la calidad lleva a no presuponer la neutralidad axiológica y epistemológica. Al contrario, es preciso expresar y explicitar los valores e incertidumbres de las decisiones para que éstas sean efectivas y razonables. En el diálogo relativo a un problema de ciencia post-normal el principio guía es la calidad de las partes implicadas o *stakeholders* (grupos de interés) y no la verdad de una sola de las partes, pues se asume la pluralidad de competencias, perspectivas y compromisos. Asimismo, la unidad de la ciencia post-normal no deriva tanto de un conocimiento básico compartido sino de un compromiso compartido de las partes y sus diversas metodologías y técnicas de conocimiento. Los instrumentos de investigación en la fase post-normal incluyen procesos de discusión, tales como los *focus groups* y paneles de expertos, o procesos deliberativos, como la mediación, los jurados o parlamentos de ciudadanos y reuniones de consenso, sin excluir los debates y la divulgación en los medios de comunicación y las tecnologías de la información. Tales técnicas pueden ser implementadas de diversas maneras, desde marcos multicriteriales hasta tecnologías de simulación computerizada, que permiten la elaboración y evaluación de políticas sostenibles en su triple dimensión económica, social y ecológica (Funtowicz, Martínez Alier, Munda y Ravetz 1999). La evaluación post-normal alcanza así diversos objetivos a partir de los diferentes grupos de interés o *stakeholders* involucrados: calidad de los resultados (en debates sobre la riqueza, la salud o la

seguridad públicas), legitimidad de los procesos, aprobación de la opinión pública y extensión de la ciudadanía y la democracia (Funtowicz, Shepherd, Wilkinson y Ravetz 2000: 334).

La ciencia post-normal tiene el rasgo paradójico de que en su actividad de resolución de problemas se invierte el dominio tradicional de los “hechos duros” sobre los “valores blandos”, así como la brecha entre “ciencias duras” y “ciencias blandas” o entre conocimiento técnico y no experto. Los inputs científicos tradicionales se han transformado en “blandos” en el contexto complejo de compromisos valorativos “duros”. La división tradicional y neopositivista “hechos-valores” se invierte porque ambas categorías no pueden ser separadas de manera realista. Las incertidumbres van más allá de los sistemas hasta incluir también la ética y la política. En los riesgos ambientales globales (cambio climático, pérdida de biodiversidad, salud pública, por ejemplo) ya no hay externalidades a la empresa tecnocientífica, sino una extensión de la comunidad de evaluación ante los riesgos virtuales. Cuando los problemas no tienen soluciones nítidas, cuando sus aspectos ambientales y éticos son fundamentales, cuando los propios fenómenos son ambiguos y cuando todas las técnicas de investigación están abiertas a la crítica metodológica, entonces los debates acerca de la calidad no se intensifican por el hecho de excluir a todo el mundo salvo a los expertos oficiales y los investigadores especialistas de la academia o de la administración. La extensión de la comunidad de expertos no es, entonces, un mero acto político o ético, sino que enriquece positivamente los procesos de investigación científica que escapan a la ciencia aplicada, a la consultoría profesional y al modelo habitual de negocio en el desarrollo industrial.

En cualquier caso, el diagrama de la ciencia post-normal no debe ser leído de manera estática sino como un gradiente dinámico, con los diferentes aspectos del problema localizados en diversas zonas interactuando y conduciendo a su evolución. En el marco de la ciencia post-normal hay un lugar para el trabajo técnico y las rutinas de la ciencia aplicada, así como para la destreza de los juicios de la consultoría profesional. La novedad es que, aunque dichos dominios todavía sean necesarios, ya no son suficientes para dirimir e implementar políticas relacionadas con los riesgos ambientales globales. El lema “piensa globalmente y actúa localmente” significa en la metodología de la ciencia post-normal que la acción local supone la comunidad: todos los miembros de la comunidad deben transformarse en pares evaluadores para asegurar la calidad de la investigación y la resolución de los problemas. Las incertidumbres irreductibles y las complejidades axiológicas conllevan la participación y la democratización del conocimiento en discursos abiertos y procesos de diálogo.

Lejos de la ciencia normal de laboratorio (la ciencia a priori de la revolución copernicana-kantiana), en la ciencia post-normal ya no se puede aislar el objeto del entorno para reducirlo al laboratorio, pues el mismo entorno o ambiente se ha convertido en un experimento a gran escala. En ocasiones, incluso a escala planetaria

-piénsese por ejemplo en el cambio climático global-. Además, sus objetos son complejos. Eso no quiere decir simplemente que sean complicados. Si únicamente fueran complicados, no habría más que esperar a obtener más variables para determinarlos técnica y conceptualmente. Que sean complejos significa que se basan en hechos que son estructural y metodológicamente inciertos, de forma que no pueden ser examinados desde una única perspectiva privilegiada. Su enfoque metodológico no es una demostración, sino una negociación entre comunidades de evaluadores ampliadas. Éste es uno de los rasgos distintivos de esta segunda revolución copernicana que examina el Sistema Tierra como un dispositivo de interacciones y retroalimentaciones complejas, dotadas de una variabilidad temporal y espacial a diferentes escalas.

La actividad de la ciencia post-normal asume de esta forma el manejo de las incertidumbres cognitivas y axiológicas para reconocer las diferentes perspectivas y epistemologías legítimas. Su práctica se asemeja más al funcionamiento de una sociedad democrática, caracterizada por una participación ampliada y por una tolerancia de la diversidad. La empresa científica expande el alcance de sus intereses al igual que el proceso político se extiende al ambiente global, a las generaciones futuras y a otras especies. Desde la ciencia post-normal el reconocimiento de los riesgos ambientales globales muestra que el marco apropiado de la resolución de problemas no es el de la racionalidad universal sino el de la razonabilidad “glocal” (global y local a un mismo tiempo), en una conjunción de diversas metodologías (axiología, epistemología y política), con diferentes áreas y registros implicados que pasan a detallarse en el siguiente cuadro:

Cuadro 1 – Ciencia post-normal: de la racionalidad universal a la razonabilidad glocal.

METODOLOGÍA	AXIOLOGÍA	EPISTEMOLOGÍA	POLÍTICA
Áreas implicadas	Grados de decisión	Niveles de incertidumbre	Escenarios de vulnerabilidad
Registros	Valores evaluados	Participación ampliada	Riesgos asociados

Este nuevo paradigma de la ciencia post-normal se presenta como un posible modelo de gobernanza (*governance*) para el riesgo (De Marchi y Funtowicz 2004, Farrell y Ravetz 2005) donde convergen la axiología (grados de decisión), la política (escenarios de vulnerabilidad) y la epistemología (niveles de incertidumbre) en un diagrama de evolución de sinergias en el conocimiento en lo que se puede denominar, siguiendo a diversos autores (Lubchenco 1997; Gibbons 1999; Gallopín, Funtowicz, O’Connor y Ravetz 2001; Ayestarán 2005a), el nuevo contrato social de la ciencia y la tecnología, tal y como se puede observar en el siguiente diagrama triaxial (figura 2):

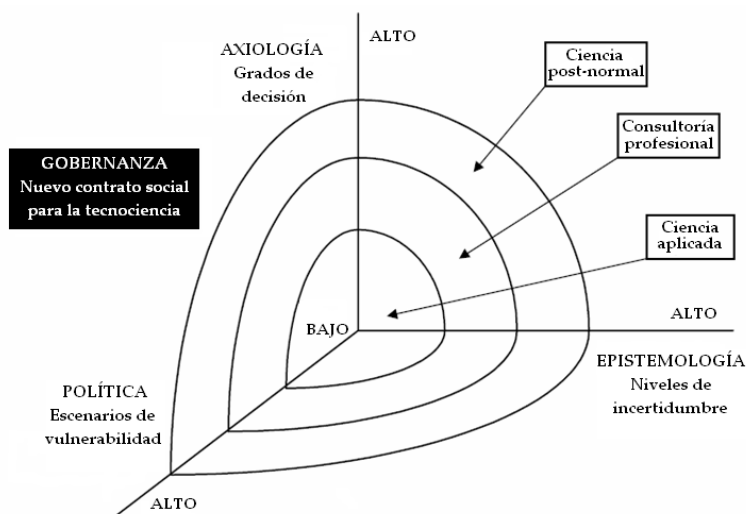


Figura 2 – Diagrama triaxial (axiología, epistemología, política) de la ciencia post-normal.

Mediante esta consideración de la ciencia postnormal tenemos una pluralidad axiológica (para la axiología de la ciencia cf. Echeverría 2002 y 2007) que no renuncia por ello al conocimiento científico, aunque demanda un contrato social de la ciencia y la tecnología. Este marco metodológico ofrece, como se puede colegir, un enfoque integrador de la ciencia y de la sociedad, así como del conocimiento de las ciencias naturales y de las ciencias sociales, que era el interrogante del punto 14 del programa hilbertiano de la Ciencia del Sistema Tierra. Asimismo, la vindicación de un nuevo contrato social de la ciencia ofrece también un nuevo *ethos* de la práctica científica en el contexto de la Declaración de Ámsterdam y de la segunda revolución copernicana. Falta por ver si este paradigma de la ciencia post-normal es capaz de asumir todas las “contradicciones” e “incommensurabilidades” inherentes a la complejidad ecológica para transformarse en una auténtica ciencia de la sostenibilidad (Ravetz 2006). Éste es el desafío que nos propone el programa hilbertiano del Sistema Tierra para el siglo XXI, un desafío común a las ciencias de la naturaleza y a las ciencias sociales, así como a la reflexión filosófica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYESTARÁN, I. Ciencia post-normal y sociedad del riesgo en la encrucijada medioambiental. In: SABUCEDO, J.M. et al. *Medio ambiente y responsabilidad*

humana. *Aspectos sociales y ecológicos*. A Coruña, Universidade da Coruña/Universidade de Santiago de Compostela/Universidade de Vigo, 1998, pp. 223-230.

_____. Medio ambiente y tecnociencia en la sociedad postindustrial: la economía ecológica como ciencia postnormal. In: Pérez Sedeño, E. et al. *Actas del III Congreso de la SLMFC en España*, San Sebastián, UPV/EHU, 2000, pp. 343-354.

_____. Límites éticos de la ciencia y realismo instrumental: de la ecología profunda a la tercera cultura. *Debats*, 87, 2005a, pp. 34-44.

_____. The Living Republic: From Genetic Information to Globalising Planet Symbiotic Planet. In: BANSE, G. (ed.). *Neue Kultur(en) durch Neue Medien(?)*. *Das Beispiel Internet*. Berlín, Trafo Verlag, 2005b, pp. 167-174.

_____. Homo Complex - Information and Community in a Global Ecology. In: URSUA, N.; METZNER-SZIGETH, A. (eds.). *Netzbasierte Kommunikation, Identität und Gemeinschaft / Net-based Communication, Identity and Community*. Berlín, Trafo Verlag, 2006, pp. 145-158.

CLARK, W.C.; CRUTZEN, P.J.; & SCHELLNHUBER, H.J. Science for global sustainability. Toward a new paradigm. In: SCHELLNHUBER, H.J.; CRUTZEN, P.J.; CLARK, W.C.; CLAUSSEN, M.; HELD, H. (eds.). *Earth System Analysis for Sustainability: Report on the 91st Dahlem Workshop*. Cambridge, Mass., & Londres, The Massachusetts Institute of Technology Press & Dahlem University Press, 2004, pp. 1-25.

DE MARCHI, B.; FUNTOWICZ, S.O. Ciencia posnormal, complejidad reflexiva y sustentabilidad. In: LEFF, E. (coord.). *La complejidad ambiental*. México y Madrid, UNAM, PNUMA y Siglo XXI, 2000, pp. 54-84.

_____. La gobernabilidad del riesgo en la Unión Europea. In: LUJÁN, J.L.; ECHEVERRÍA, J. (eds.). *Gobernar los riesgos. Ciencia y valores en la sociedad del riesgo*. Madrid, Biblioteca Nueva, 2004, pp. 153-165.

Echeverría, Javier: *Ciencia y valores*. Barcelona: Destino, 2002.

_____. *Ciencia del bien y el mal*. Barcelona: Herder, 2007.

FARRELL, K.N.; RAVETZ, J.R. (eds.). *Governance of Science: The New Politics of Science, Historical Perspectives and Future Prospects*. Belfast: Queen's University Belfast : Institute of Governance, Public Policy and Social Research, 2005.

FUNTOWICZ, S.O.; MARTÍNEZ ALIER, J.; MUNDA, G.; RAVETZ, J.R. Information tools for environmental policy under conditions of complexity. Copenhagen, *European Environmental Agency - Environmental Issues Series* 9, 1999.

FUNTOWICZ, S.O.; RAVETZ, J.R. *Uncertainty and Quality in Science for Policy*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1990.

_____. A new scientific methodology for global environmental issues. In: COSTANZA, R. (ed.). *Ecological Economics: the Science and Management of Sustainability*, Nueva York, Columbia University Press, 1991, pp. 137-152.

- _____. Three types of risk assessment and the emergence of Post-Normal Science. In: Krinsky, S.; Golding, D. (eds.). *Social Theories of Risk*, Nueva York, Greenwood Press, 1992, pp. 251-273.
- _____. Science for the post-normal age. *Futures*, 25, 7, 1993, pp. 739-755.
- _____. The worth of a songbird: ecological economics as a post-normal science. *Ecological Economics*, 10, 1994a, pp. 197-207.
- _____. Emergent complex systems. *Futures*, 26, 6, 1994b, pp. 568-582.
- _____. *La ciencia posnormal. Ciencia con la gente*. Barcelona: Icaria, 2000.
- FUNTOWICZ, S.O.; SHEPHERD, I.; WILKINSON, D.; RAVETZ, J.R. Science and governance in the European Union: a contribution to the debate. *Science and Public Policy*, 27, 5, 2000, pp. 327-336.
- GALLOPÍN, G. C.; FUNTOWICZ, S.O.; O'CONNOR, M.; RAVETZ, J.R. Science for the twenty-first century: from social contract to the scientific core. *International Journal of Social Science*, 168, 2001, pp. 220-229.
- GIBBONS, M. Science's new social contract with society. *Nature*, 402, 1999, pp. C81-C84.
- HARAWAY, D. *Ciencia, cyborgs y mujeres. La reinención de la naturaleza*. Madrid: Cátedra, 1991.
- KANT, I. *Crítica de la razón pura*. Madrid: Alfaguara, 1985.
- KUHN, T.S. *The Structure of the Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press, 1962.
- LATOUR, B. *The Pasteurization of France*. Harvard: Harvard University Press, 1998.
- _____. *Nunca hemos sido modernos: ensayo de antropología simétrica*. Madrid: Debate, 1993.
- _____. *Politics of Nature. How to Bring the Sciences into Democracy*. Londres y Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 2004.
- LUBCHENCO, J. Entering the century of the environment: a new social contract for science. *Science*, 279, 1997, pp. 491-497.
- MARGULIS, L. *Symbiotic Planet. A New Look at Evolution*. Nueva York: Basic Books, 1998.
- MILLER, F.P. Natural resources management and the Second Copernican Revolution. *Journal of Natural Resources and Life Sciences Education*, 32, 2003, pp. 43-51.
- MOORE III, B.; UNDERDAL, A.; LEMKE, P.; LOREAU, M. The Amsterdam declaration on global change. In: STEFFEN, W.; JÄGER, J.; CARSON, D.J.; BRADSHAW, C. (eds.). *Challenges of a changing Earth*. Berlín, Springer-Verlag, 2002, pp. 207-208.
- RAVETZ, J.R. Post-Normal Science and the complexity of transitions towards sustainability. *Ecological Complexity*, 3, 2006, pp. 275-284.
- SHELLNHUBER, H.J. Earth system's analysis and the Second Copernican Revolution. *Nature*, 402, 1999, pp. C19-C23.

SCHELLNHUBER H.J.; CRUTZEN, P.J.; CLARK, W.C.; HUNT, J. Earth system analysis for sustainability. *Environment*, 47, 8, 2005, pp. 10-25.
SCHELLNHUBER, H.J.; SAHAGIAN, D. The twenty-three GAIM questions. *Global Change Newsletter*, 49, 2002, pp. 20-21.

RESUMEN

La ciencia contemporánea ha abierto una disensión amplia de la realidad, a saber: el universo microscópico. Esta dimensión de la realidad comprende, hasta ahora, las escalas milimétricas, micrométricas, nanométricas, picométricas, attométricas y femtométricas de la realidad. Por tanto, un doble reto emerge. Se trata de determinar cómo hemos de comprender a estas escalas y cuál es su relación con el universo macroscópico. La primera respuesta que aporta este artículo afirma que el universo microscópico puede ser comprendido como nanología. La segunda respuesta sostiene que el problema mismo de las relaciones entre lo microscópico y lo macroscópico constituye la tarea actual de la filosofía y, más exactamente, de la filosofía de la ciencia. Hacia el final, se llama la atención acerca de las contribuciones que la lógica cuántica puede hacer cuando se trata de los temas considerados aquí.

Palabras-clave: Filosofía de la ciencia, nanotecnología, mundo microscópico, lógica cuántica, revolución científica.

THE PHILOSOPHICAL DIMENSION OF THE NANOWORLD: NANOLOGY

Contemporary science has opened up a vast range of reality, namely, the microscopic universe. This range of reality encompasses, so far, the milimetric, micrometric, nanometric, picometric, attometric and femtometric scales of reality. Hence, a deep and serious twofold challenge arises, thus: how are we to understand these scales? and how are they related to the macroscopic universe? This paper focuses on these two questions and gives some arguments to answer them. The first answer is that the various levels of the microscopic universe can be grasped as nanology. The second answer states that the very question about the relationship between the macroscopic and the microscopic is the current task of philosophy; and more particularly, of philosophy of science. At the end, special attention is put to the contributions and meaning of quantum logic, when studying the issues raised here.

Kew-words: Philosophy of science, nanotechnology, microscopic world, quantum logic, scientific revolution.

¹ Profesor Titular de la Universidad del Rosario, Bogotá. E-mail: carlos.maldonado44@urosario.edu.co

I

La nanotecnología es, claramente la tecnología del presente, y con él, del futuro inmediato². La biotecnología, como tal, ha dejado de ser tecnología de punta, y si puede ser adoptada como investigación de punta es en el marco, amplio, que la integra con la tecnología de escala nanométrica. La forma como ello se logra es, como es sabido, en términos de las tecnologías NBIC – nano, bio, info y cognotecnologías.

Ahora bien, dado que no hay dos cosas – ciencia y tecnología-, sino una sola (pues el contraste más fuerte puede hacerse, de un lado, con la técnica, y de otra parte, con el arte (o las artes)-, el concepto más adecuado debe ser el de tecnociencia; y referido a la ciencia y a la tecnología nanoescalar, el concepto más adecuado es el de nanotecnociencia. (Sin embargo, en general, el concepto de tecnociencia –que nace en 1982 como una contribución de G. Hottois – difícilmente ha sido reconocido o incorporado en los estudios y análisis en general sobre ciencia y tecnología).

La nanotecnociencia es ciencia de la escala nanométrica, pero abierta, por definición, a espacios de contigüidad sugestivos y magníficos. Estos espacios se refieren a los componentes del mundo microscópico, y que son las escalas micro, pico, la propia nano, la atto y la femto. Desde este punto de vista, en rigor, la designación de la nanología sirve como hilo conductor no solamente para estudiar todos los fenómenos que suceden en la escala 10^{-9} , sino, justamente por contigüidad, aquellos relativos a las escalas inmediatamente mayores e inmediatamente menores, que van desde 10^{-3} hasta 10^{-18} . Nanología, así, es el concepto técnico que comprende y describe a la variedad de espectros del universo microscópico.

Cuadro 1 – Escalas del universo microscópico.

Escalas métricas	
Mili	10^{-3}
Micro	10^{-6}
Nano	10^{-9}

² Este artículo forma parte de una investigación que adelanto actualmente en la Universidad del Rosario, dedicado, en general, a las ciencias de la complejidad, gracias al apoyo del FIUR de la Universidad. Una primera versión fue leída en el II Coloquio Peruano de Filosofía de las ciencias “Problemas epistemológicos en Ciencias Sociales”, organizado por Diaporein Círculo peruano de investigaciones filosóficas y transdisciplinarias los días 10 y 11 de octubre en el Auditorio principal de la Facultad de Letras y Ciencias Humanas, UNMSM, Lima.

Pico	10^{-12}
Atto	10^{-15}
Femto	10^{-18}

Como quiera que sea, los campos de trabajo y aplicaciones de la nanotecnociencia son variados y crecientes, abarcando desde los temas y problemas del medioambiente, a los de la física y la ingeniería de materiales, la química, la biología y las ciencias de la salud, campos más particulares como la óptica y la industria de las telecomunicaciones, los sistemas computacionales, notablemente. Sin embargo, la nanotecnociencia no se restringe a las ingenierías y a las (mal) llamadas ciencias naturales y básicas, sino, adicionalmente, incluyen e interpelan también a ciencias sociales y humanas, tales como la ética, la sociología – por ejemplo, la sociología del conocimiento-, la filosofía y la historia –tal es el caso de la historia de la ciencia y la tecnología y, muy recientemente, a los estudios culturales, como en el caso de los estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad. El tema grueso de estos estudios y consideraciones constituye el significado social de la nanología pero se deriva también directamente de las dimensiones info, bio y cognitivas de las NBICs. Ahora bien, si esta consideración tiene sentido entonces habría que hablar en rigor de NBICS, algo que en el estado actual de las investigaciones no existe y suena forzado. Tal es, exactamente, el principal tema de lo que puede y debe ser, en el sentido más amplio de la palabra, una filosofía de la nanotecnociencia (Maldonado, 2007).

Si tal es el panorama – amplio y creciente – de la tecnociencia de punta, desde el punto de vista de la filosofía de la ciencia, de la epistemología y la historia de la ciencia y la tecnología, entonces habría espacio para el establecimiento de una nueva ciencia o, como quisiera decirlo mejor aún, de un programa de investigación: la nanología. No obstante, este panorama justificativo, son, en realidad, mucho más sólidas y contundentes las razones que dan lugar a la emergencia y fundamentación de la nanología. Estas razones se compendian en un título, a saber: la consolidación de una auténtica dimensión de lo real y lo posible – al mismo tiempo –, y que denominamos genéricamente como la escala nanométrica. Puntualmente dicho, la nanología es el título que designa la integración entre nanotecnología y la biología; más específicamente, la conjunción entre biología “húmeda” y semiconductores “secos”. Con este texto quisiera considerar las que considero son las implicaciones filosóficas más importantes de la nanología, que, al mismo tiempo, sirven como legitimación del neologismo³.

³ El concepto de nanología ya existe en otros idiomas – italiano y francés, notablemente-, aunque no en español. Es claro que el empleo de neologismos constituye uno de los rasgos que marcan el progreso de la ciencia. Pero con ella, el tema interpela también, necesariamente, a la filosofía de la ciencia.

II

En la historia del universo los dos acontecimientos más radicales y de gran alcance han sido, primero, la transformación de la energía en materia, y luego, la transformación de la materia en vida. El primer evento tuvo lugar alrededor de los tres primeros minutos de existencia de este universo, luego del Big Bang (C. P. Davis, S. Weinberg). El segundo acontecimiento tuvo lugar alrededor de hace 4.500 millones de años.

Los seres humanos hemos creído que existe un tercer evento de la misma envergadura que los dos anteriores. Se trata de la especiación que separó al homo sapiens de sus parientes los homínidos, y que incluyen al *Australopithecus*, el *homo habilis*, el *homo erectus*, el *homo ergaster*, el hombre de Pekín y los neanderthales. Este acontecimiento tuvo lugar alrededor de hace un millón de años. I. Tattersall y más recientemente, desde otra perspectiva F. Fernández-Armesto, por ejemplo, han arrojado buenos argumentos al respecto. El resultado de este tercer evento fue la producción de cultura, en el sentido más amplio y fuerte de la palabra – ritualidad y mito, escritura, política, economía, sociología, guerra, violencia, filosofía, literatura, poesía, música, y demás.

Pues bien, podemos pensar, con la mayor plausibilidad, que a partir de la segunda mitad del siglo XX se empieza a producir un cuarto gran evento en la evolución del universo. El cuarto acontecimiento está caracterizado por la producción de nuevos materiales – notablemente, materiales sintéticos a partir, incluso, de elementos sintéticos identificados en la tabla de elementos químicos –, y la producción de vida, distinta, análoga pero emergente a la vida conocida hasta la fecha que es vida basada en el carbono. Se trata de la vida artificial. Las expresiones puntuales de este cuarto acontecimiento con su dúplice faceta se concentran en los nuevos materiales, física e ingeniería de materiales, sistemas expertos, robótica, inteligencia artificial y vida artificial.

En otras palabras, toda la atención que en toda la historia del tercer evento se le prestó al universo – por lo menos en esa historia que termina identificando a la historia de Occidente con la historia entera de la humanidad –, fue en y hacia el universo macroscópico. El atomismo griego, por ejemplo, nunca ocupó un lugar de primer rango en la historia social, cultural, intelectual y política de Occidente. Y las variaciones del atomismo ocuparon siempre lugares secundarios en la historia de la ciencia y la filosofía.

En contraste, es claramente a partir del siglo XX, y más exactamente a partir de la segunda mitad, cuando el universo microscópico puede alcanzar, por así decirlo, un estatuto análogo al que tenía y tuvo el universo macroscópico. Esta es la historia, más que de la física de partículas, de la biología molecular. Hay un elemento que quisiera resaltar para que ello hubiera sido así, y que constituye una de las hebras de la nanología: la formulación de la teoría matemática de la información (Shannon y Weaver), que contribuye a poner de manifiesto que lo que lo sucede en realidad en

el universo microscópico son fenómenos de comunicación e información y no ya estrictamente materiales. Mejor aún, el problema fundamental de la conexión –por ejemplo, la correspondencia, la complementariedad, la unión o la intersección entre el universo macroscópico y el microscópico contiene manifiestamente elementos de interpretación, información y comunicación. En una palabra, el problema no es el de las relaciones de primer orden entre ambos universos, sino si lo que dicen las leyes de uno, o si las explicaciones que se alcanzan en uno, o incluso si los fenómenos, procesos y dinámicas de uno, pueden ser traducidas al otro. No en última instancia, en la segunda mitad del siglo XX una de las lógicas que nace a partir de este problema es la lógica de la analogía. La analogía puede ser, como efectivamente lo es, uno de los modos de traducción, conmensurabilidad y comunicación entre escalas, dimensiones, realidades distintas.

n cualquier caso, el eje o el atractor, por así decirlo, del cuarto evento en la evolución del universo es la nanotecnociencia y, más generalmente, las tecnologías NBIC (nano-bio-info-cogno tecnologías) gracias a la dúplice articulación consistente en la producción, ensamblaje y diseño de nuevos materiales y de vida. (En realidad la dimensión cognitiva de la nanología hace referencia a las ciencias cognitivas, y por derivación, desde el punto de vista filosófico, a la filosofía de la mente).

Sin embargo, ¿no sería presuntuoso y demasiado inmediato – específicamente con relación a los tres primeros acontecimientos y a sus escalas temporales- la introducción de este cuarto evento? En la respuesta a este interrogante va todo el sentido de la nanología.

III

Para abordar e intentar resolver el interrogante formulado, quisiera incorporar, en el marco de la historia y la filosofía de la ciencia, una versión de la teoría de la historia; me refiero a las contribuciones que la obra de R. Koselleck (1993) permite para estudiar el tema formulado⁴. De acuerdo con este autor, el aspecto menos estudiado y más sugestivo en las conexiones entre historia, presente y futuro consiste en estudiar el futuro correspondiente a las generaciones pasadas. En esto exactamente consiste el futuro pasado, es decir, en el futuro que el pasado crea y entrevé –incluso aunque sea de manera indirecta e inconscientemente. Pues

⁴ Además del libro mencionado de Koselleck en la bibliografía, véase, del mismo autor, *historia/Historia*, Madrid, Trotta, 2004, y *Crítica y crisis. Un estudio sobre la patogénesis del mundo burgués*, Madrid, Trotta/Universidad Autónoma de Madrid, 2007. Estos dos libros constituyen al mismo tiempo desarrollos y aplicaciones, por así decirlo, de la idea fundamental del futuro pasado de Koselleck.

lo verdaderamente significativo consiste en el hecho de que siempre hay elementos, patrones, rasgos que permiten anticipar el presente, por así decirlo y desde él y con él, también el futuro. El futuro se teje de maneras sutiles en el pasado, con todo y el reconocimiento de que los seres humanos hacen la historia aunque no siempre la hacen de la manera como hubieran deseado o lo tenían planeado. Creo que la historia de la ciencia – y por extensión la filosofía de la ciencia – puede recordar, de tanto en tanto, esta idea como una manera para reconocer antes que las deudas y tradiciones, las historias y los legados, además y principalmente las novedades, los cambios, las originalidades e inflexiones. Esto se ilustra mejor con la cuarta revolución mencionada, la de la nanología, justamente.

En otras palabras, es importante desarrollar la capacidad de leer la escala histórica del presente o, como decía Marx, tener la capacidad de anticipar el presente. Este reconocimiento adquiere un cariz dramático cuando, en el marco de la investigación científica y filosófica, se plantea como el conocimiento y apropiación de, tanto como el trabajo con, el conocimiento de punta: ciencia de punta (*spearhead science*).

En este contexto, es preciso reconocer la dificultad consistente en diferenciar la historia del presente. Más concretamente, el reto consiste en distinguir la historia –que es futuro pasado, en los términos de Koselleck, y la política. Por ejemplo, la política científica y las políticas del conocimiento de la investigación orientada hacia el corrimiento de las fronteras del conocimiento⁵. Puntualizando:

- a) El presente tiene conciencia de la radicalidad de los acontecimientos que están teniendo lugar, y de que se está produciendo una ruptura. Digámoslo más radicalmente, una revolución. Esto es, justamente, el presente tiene conciencia del significado histórico de los actos y procesos que están teniendo lugar y se comprende a sí mismo, en contraste con el pasado, y de cara al futuro o futuribles que se abren;
- b) Existe y se traza un contraste con la historia pasada. Este contraste se establece, en términos técnicos y tecnológicos como nuevos equipamientos, en términos lingüísticos como el recurso a neologismos y nuevas metáforas, y en términos sociales, como la incorporación de nuevas formas de organización del conocimiento. La nanotecnociencia y la investigación sobre el mundo microscópico y el problema de las relaciones entre el mundo microscópico y el macroscópico cumplen con estas condiciones;

⁵ Estoy traduciendo el lenguaje que Koselleck emplea, en otro contexto, para distinguir la historia de la Historia. La analogía es, aquí, rigurosa. Cfr. Koselleck, *historia/Historia*, op. Cit.

- c) Sacar motivos, a partir del pasado y del presente, para lanzarse hacia el futuro. Esta idea hace que la nanotecnociencia se sitúe en algún lugar intermedio entre las ciencias de materiales, la vida artificial, las ciencias de la salud y las ciencias de la complejidad. Buena parte de la bibliografía sobre nanotecnociencia y femtoquímica, por ejemplo, corren en esta dirección.

Mediante la cuarta revolución – la del mundo microscópico y sus relaciones con el mundo macroscópico: nanología –, es posible comprender de qué manera la historia de la ciencia en general consiste en un proceso de complejidad creciente que, por consiguiente, no puede describirse cabalmente dividiéndola en subsistemas o descomponiéndola en aspectos definidos de antemano. Pero si ello es así, entonces podemos inscribir a la historia de la ciencia en el marco, más amplio, de la “gran historia” (*big history*), por lo menos en el sentido adelantado por D. Christian (2005), y que empata perfectamente con los lineamientos adelantados por Koselleck. La historia humana, la historia de la ciencia, la historia de la vida, en fin, puede y debe ser vista como una dimensión de una densidad magnífica.

En otras palabras, a la vez que reconocemos las escalas que articulan la dimensión micrométrica en general –mili, micro, nano, pico, atto, femto- se trata, en realidad, de avanzar mediante la construcción de síntesis a través de la cuales nos encontramos en la capacidad de elaborar un panorama de grandes corrientes y tendencias. Creo que, en marcado contraste con la tradición de la filosofía de la ciencia en la línea de Reichenbach, Carnap o Popper, por ejemplo, la filosofía de la ciencia de las nuevas tecnologías – NBIC –, y de las nuevas ciencias –de la vida, de la complejidad y demás-, puede llevar a cabo contribuciones significativas trabajando en este sentido señalado. Ello no impide, desde luego, reconocer que cada escala o nivel posee sus propias reglas, como es efectivamente el caso.

IV

Toda ciencia tiene una escala y una dimensión temporal. Recientemente I. Wallerstein, I. Prigogine y otros (2006) nos han recordado esta idea (Informe de la Comisión Gulbenkian, *Abrir las ciencias sociales*). Así, la ciencia, como la cultura en general, debe y puede estudiarse en función de la perspectiva, la dimensión o la densidad temporal que contienen y que permiten.

n mayoría de las ciencias –en un sentido amplio y generoso-, son ciencias del presente, en el sentido preciso de que se ocupan de lo real como tal como donación presente, y tienen claros y justificados intereses de medición, aplicación, intervención y cálculo. Usualmente esto sólo puede hacerse de lo que es real y presente.

En un sentido más amplio, hay ciencias del presente. Los ejemplos más conspicuos son la política, la sociología, la antropología y la economía, en un plano, y la genética, la química, la óptica y las ciencias computacionales, en otro plano. Ahora, desde luego que es posible siempre introducirles, como es efectivamente el caso en muchas situaciones, perspectivas históricas a las ciencias del presente. De hecho, de acuerdo con Wallerstein, justamente de eso se trata a propósito de un ejercicio reflexivo y crítico con respecto a las ciencias. Creo que Prigogine estaría de acuerdo con esta perspectiva.

Asimismo, hay ciencias del pasado o como mejor vale decirlo, ciencias históricas. Los ejemplos más claros son la historia, la geología, la biología evolutiva, la demografía, la arqueología, la paleontología, la paleobiología y la farmacéutica, por ejemplo.

Ahora bien, en el pasado – notablemente en el pasado inmediato y que hace referencia a la modernidad – hubo incluso ciencia sin tiempo. El mejor ejemplo, si hemos de creerle a I. Prigogine, fue la física; notablemente la mecánica clásica, que es un caso particular de la teoría de la relatividad y, en otra escala, de la mecánica cuántica Y con la física, todas las demás ciencias que se derivaron a la manera de o a la luz –aunque en realidad habría que decir mejor a la sombra- de la física. En este juicio entra, en realidad, la idea gruesa de toda la ciencia clásica, es decir, aquella que nace después del Renacimiento y hasta hace poco y que se comprende como ciencia moderna – en marcado contraste con la ciencia contemporánea. La teoría de la relatividad y la mecánica cuántica forman parte, así, también de la ciencia moderna.

En contraste, la ciencia contemporánea es ciencia que sabe del tiempo, esto es, ciencia que sabe de la flecha del tiempo, ciencia de escala y densidad temporales. Dicho de una forma genérica, la ciencia contemporánea es ciencia que se dirime entre la flecha del tiempo de la termodinámica clásica y la flecha del tiempo de la evolución y los sistemas vivos. Esta, sin dudas, constituye una importante inflexión al interior del tercer evento considerado antes arriba. Podríamos decir incluso que es este mismo reconocimiento el que se encuentra en la base de los motivos que dan lugar a la emergencia del cuarto acontecimiento considerado.

En efecto, la nanotecnociencia es ciencia y tecnología que abre futuros, y los abre de manera explícita y consciente. Más radicalmente, la nanología es ciencia de lo posible y no ya únicamente ciencia de lo real – un rasgo apasionante que comparte con el estudio de los sistemas complejos adaptativos (o ciencias de la complejidad). En este sentido, la nanología es ciencia que se sitúa en una avenida, por así decirlo, perfectamente distinta a la de la tradición aristotélica, dominante en la historia de Occidente y de la ciencia occidental, que es ciencia de lo real.

En términos humanos, la genómica y, verosímelmente, la proteómica, en fin, gracias a, y en términos de, la ingeniería de proteínas – posibles en paralelo y en entrecruzamiento con la nanotecnociencia – han comenzado a producir *una vida extra*, para decirlo con palabras de un libro que recoge pensamientos e

investigaciones de J. de Rosnay, J.-L. Servan-Schreiber y F. de Clossets (2005). Esta vida extra consiste, literalmente, en la implicación tanto de las esperanzas de vida como de las expectativas de vida, con todo y los problemas éticos, políticos, económicos y otros que contienen e implican.

Las consecuencias de una vida extra implican una auténtica bomba con componentes políticos, económicos, mentales, de estilos y estándares de vida. En pocas palabras, con serias implicaciones de orden ético, social y cultural. Desde aquí cabe claramente subrayar el aspecto *cogno* – *cognoscitivo* o *cognitivo* – y social de las NBIC y de la nanología. La ciencia y la tecnología están llevando a cabo una revolución para la cual las instituciones no estaban preparadas. (Bueno, en realidad, las instituciones nunca están preparadas para la revolución. Las revoluciones les acaecen, y las transforman, por tanto. Al fin y al cabo de eso, se tratan las revoluciones; en este caso, las revoluciones científicas y tecnológicas de la investigación en escala nanométrica). Esta revolución consiste en el hecho de que tanto las expectativas como las esperanzas de vida están creciendo a ritmos acelerados y en proporciones inimaginables si se los compara con la mayor parte de la historia humana.

Las NBIC se encuentran en la base misma de una revolución –que es exactamente el cuarto evento mencionado- que convoca y entrelaza de manera directa y necesaria a las ciencias de la salud, las ciencias de la tierra, las ciencias de materiales, las ciencias de la vida, las ciencias de la complejidad y las ciencias cognitivas; en un plano un poco más indirecto, interpelan y entran en sinergia también con las ciencias del espacio. Como se observa, hacemos referencia a ese panorama fascinante que es la constitución de nuevas síntesis de conocimiento y que se caracterizan porque ya no se organizan – ni social, ni epistemológica ni institucionalmente – en torno a criterios disciplinares y jerárquicos, que fue lo que aconteció tradicionalmente alrededor del Liceo, la Academia, la Stoa y la Universitas.

Quisiera decirlo de manera más directa aún. Desde el punto de vista del lenguaje que se usa en nanología, el rasgo más interesante – en contraste con la historia de la ciencia anterior, es el empleo del modal “puede”, “podría”, “podrá” – otro rasgo en común con el estudio de la complejidad –, de tal suerte que ya no se reduce únicamente al modo del indicativo (Garson, 2005). Los argumentos en nanología se desplazan con total naturalidad de la descripción a los argumentos propios de la lógica modal. Las expresiones de esta lógica modal pivotan en torno a las posibilidades de ensamblaje, producción, diseño de nano-entes – por ejemplo, nanorobots, nanopartículas, nanomoléculas y otras. El texto pionero de K. E. Drexler ha sido suficientemente reconocido – y en ocasiones incluso criticado por algunos aspectos especulativos de la nanotecnología. Como quiera que sea, el libro pionero de Drexler sirve como un caso notable para llamar la atención acerca de la importancia de la lógica modal como estructura de pensamiento en nanotecnociencia, algo que nunca ha sido suficientemente puesto de manifiesto. A propósito de la lógica modal,

que tiene una puerta comunicante, por así decirlo, con las lógicas no clásicas, habría y habrá que hablar, en rigor, de las lógicas no-clásicas como estructura de pensamiento de la nanología (y no ya única ni principalmente de la lógica formal clásica; es decir, de la lógica simbólica y la lógica matemática). Asistimos, en síntesis, al mismo tiempo a una modificación y creación de la materia y a una modificación y creación de la vida.

IV

La nanología está atravesada y en numerosas ocasiones constituida por conceptos operativos. En efecto, los conceptos centrales de la nanología –conceptos operativos, digamos; es decir, conceptos que se usan, pero sobre los cuales no existe una reflexión explícita ni directa-, son los de diseño, ensamblaje y producción, por ejemplo, de nanomotores, células nanofotónicas, nanocerámica, metales nanocristalinos, fluorelenos, nanomembranas que ayuden a limpiar el aire y el agua, nanosensores, nanoshells, nanochips, y demás. Específicamente, nuevos campos de trabajo, aplicaciones e investigación ya han quedado abiertos, tales como la fabricación de pantallas y proyección ionizada y de electrones (*ion-beam and electron beam*), litografía de impresión nanoscópica (*nanoimprint*), microscopía de proyección de electrones, manipulación átomo por átomo, electrónica de efecto cuántico, la espintrónica, los sistemas microelectromecánicos, la producción de pirómetros, por ejemplo.

Desde este punto de vista, como se aprecia fácilmente, el trabajo, la investigación y la reflexión sobre nanología están atravesados y catapultados por los conceptos de producción, ensamble y diseño. En una palabra – puesto en términos de H. Arendt-, no tanto por labor y trabajo como por acción. Así, la nanología es un campo de acción – praxis- humana⁶. La acción humana hace referencia a la libertad de pensamiento y, por derivación, a la libertad de investigación. La libertad se entiende en este sentido no ya en sentido reactivo – acción-reacción –, sino como fundante de horizontes y sentidos. La libertad no responde en este sentido a nada, sino, es la condición originaria que coincide con la vida misma. En la nueva biología y en complejidad conocemos mejor el concepto de autoorganización e incluso, guardadas proporciones, el de autopoiesis. Pues bien, a lo que me refiero es que la nanología implica producción y autenticidad, espontaneidad y origen.

⁶ Aunque el siguiente libro no se refiere, para nada a la nanotecnología o a la nanotecnociencia, lo que su autor menciona acerca de la tecnociencia, relativamente a la gran ciencia, se adecua perfectamente en el análisis que aquí llevamos a cabo. Me refiero a J. Echeverría, *La revolución tecnocietnífica*, Madrid, F.C.E., 2003.

En este contexto, es importante recordar que la ciencia contemporánea no es ya hoy una posesión, algo que se sepa. Por el contrario, la ciencia es una actividad que se hace haciendo investigación. Nadie puede decirse en el mundo contemporáneo científico(a) que no investigue. Tal es, exactamente, el sentido de las relaciones ciencia-investigación-acción. Sólo que aquí los consideramos en el contexto de la nanología en donde la investigación como acción (Arendt) adquiere un matiz de visos radicales.

Ahora bien, esa clase de acción que es la nanología se lleva a cabo a través de cuatro modos: ensamblaje, diseño, producción e intervención. Ahora bien, si ello es así, entonces la investigación en nanología puede plantear serias dudas y motivos de preocupación por parte de posturas fuertemente iusnaturalistas; es decir, de aquellas posturas que afirman una entrega de la investigación a la naturaleza como un dato de la divinidad.

Estas posturas consisten en una doble tesis: de un lado, el rechazo a la investigación libre y, por consiguiente, el control – jurídico, ético, religioso (en cualquier caso, normativo) – de la ciencia y la tecnología. El caso más reciente de este tipo de rechazos es el que se dirige hacia la biotecnología (ingeniería genética, DNA recombinante, clonación, experimentación con células madre). Pero muchos otros casos pueden mencionarse sin ninguna dificultad a lo largo de la historia de la ciencia, siendo el primero y más famoso el control que el Cardenal Bellarmino (jesuita) impuso sobre Galileo, supuesta el precedente que había representado antes G. Bruno. La bioética ha venido a convertirse, recientemente, en una ejemplificación e instrumentalización de esta primera tesis. De otra parte, la idea según la cual existen dos dominios metafísicamente distintos: el de la naturaleza – sobre la cual es mejor no intervenir demasiado – y la de la cultura, que exige por su parte, de controles y restricciones puesto que está marcada por la limitación y la finitud; peor aún, por la ignorancia y la osadía.

Pues bien, supuesta la doble tesis del iusnaturalismo fuerte, las consecuencias y las implicaciones de la epistemología subyacente a la nanología le provocará a ese iusnaturalismo más de un motivo de reflexión si no de preocupación.

En contra de dicho iusnaturalismo quiero argumentar aquí a favor del hecho de que la evolución ya no simplemente acaece sobre los seres humanos – en el sentido, notablemente, de la selección natural. La evolución está siendo producida, gracias, notablemente, a la tecnociencia, pero en un panorama en el que las artes y las técnicas hacen también lo suyo⁷.

⁷ He trabajado ampliamente esta tesis en: Maldonado, C.E., en: “Construyendo la evolución. Una defensa fuerte de la biotecnología”, págs. 81-104, en: autores varios, *Bioética y biotecnología en la perspectiva CTS*, Bogotá, Universidad El Bosque, 2004; y Maldonado, C.E. *CTS + P. Ciencia y tecnología como política pública y política social*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia/Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2005.

Estamos construyendo la evolución en muchas ocasiones incluso tentativa, exploratoria, experimentalmente. Y en muchas otras ocasiones planificada, planeada, estratégicamente. La complejidad de la evolución cultural radica en el carácter híbrido entre experimentación y plan – tomados en el sentido literal de la palabra, aquella haciendo referencia a procedimientos inductivos y búsquedas locales, éste a la elaboración de mapas mentales y conceptuales y al juego con escenarios.

V

El tiempo ya no es un proceso que nos sobreviene. Si bien es cierto que gracias a esa revolución que fue y ha sido la teoría de la relatividad hemos aprendido que el tiempo se transforma en espacio y el espacio en tiempo, con la nanología estamos comenzando a trabajar –s ociológicamente hablando, en el contexto de la emergencia de la sociedad del conocimiento –, en la escala de producción de tiempo, como producción de horizontes y posibilidades. De eso se trata, después de todo, desde el punto de vista filosófico, de las NBICs. En otros términos, la nanología es investigación consistente en producción de materiales y producción de vida como producción de tiempo – a escalas colosales, relativamente al tiempo cotidiano de los seres humanos normales.

En efecto, por primera vez en la historia de la humanidad occidental, la ciencia y la tecnología están trabajando en escalas temporales magníficas, en programas de investigación que se formulan a cuarenta, sesenta, ochenta, ciento veinte años hacia delante, por ejemplo. Esto es, la investigación científica y tecnológica de punta ya no simplemente es interpersonal y transpersonal, sino incluso transgeneracional. Está formulando proyectos y trabajando en los mismos a escalas superiores a los que la demografía nos tenía habituados. La nanología ocupa en este panorama un lugar central, puesto que se encuentra en la base de, o atraviesa a, programas tales como la conquista del espacio exterior, la búsqueda de energías alternativas, la conquista del fondo submarino, o la inteligencia artificial y la vida artificial. Nada de esto es sin ese capítulo novedoso que es –en el espectro de la física y la ingeniería de materiales, de producción de nanotubos y fluorelenos, nanopartículas, etc. – la nanotecnociencia.

Ahora bien, la ciencia y la tecnología de punta, en contraste con la historia tradicional, ha aprendido que ya no es inevitable que la historia de la ciencia y de la tecnología coincidan sin más, de un extremo al otro, con la historia de la ciencia y la tecnología con fines militares, belicistas. La comunidad científica ha aprendido, notablemente, después de los aprendizajes hechos a raíz de Auschwitz, el Proyecto Manhattan y el Informe Belmont, que la ciencia no puede ser política y socialmente ingenua.

Por ejemplo, en una historia normal de ciencia y de la tecnología se comienza hablando de la flecha, el control del fuego, la rueda, la pica y el hacha, ocasionalmente incluso de la aguja de tejer, etc. Pero lo que no se menciona jamás es que esa historia es, en realidad, la historia de las técnicas y la tecnología con fines eminentemente militares: matar, defenderse, atacar, mantener un territorio, y otras actividades semejantes. En pocas palabras, la historia de la ciencia y la tecnología en toda la historia de la humanidad es la historia de la tecnología y la ciencia con fines militares, y sólo después con aplicaciones y extensiones civiles. Esta historia va desde el arco y la flecha, por ejemplo, hasta el desarrollo de Internet (específicamente en su primera etapa).

Sin embargo, en el curso de la segunda mitad del siglo XX esta historia comienza a cambiar. Los tres capítulos decisivos de este cambio son: el fenómeno del Silicon Valley, la biotecnología y la nanotecnología, tres desarrollos distintos que surgen al margen del control y de los intereses del Estado. En el caso de la nanotecnología, las principales aplicaciones y desarrollos estuvieron dirigidos, hasta donde hay información, en torno a la producción de nuevos materiales y las aplicaciones en las telecomunicaciones y las ciencias de la salud. El texto de Drexler (1993) es una buena radiografía al respecto. El marco en el que los tres ejemplos mencionados se inscriben y se hacen posibles de este modo es el reconocimiento explícito del resorte social –y por extensión, político- de la investigación tecnocientífica; es decir, la perspectiva CTS.

VI

Al lado del panorama anterior, se impone igualmente estudiar las *consecuencias* y las implicaciones de la nanotecnociencia. En esto consistiría exactamente la nanología. Pero si ello es así, en el centro de las miradas se encuentra entonces la filosofía. Más exactamente la filosofía de la ciencia, la epistemología y la filosofía de la lógica.

La consecuencia se encuentra en el corazón de la lógica. Esto es, qué se sigue de qué. Así, el estudio de las consecuencias ofrece una herramienta vital en la evaluación de los argumentos. Ahora bien, puesto que la filosofía procede a través de argumentos y de inferencias, una visión clara de lo que sea la consecuencia lógica se convierte así en el tema más importante de cualquier otra disciplina que trabaje con argumentos.

Ahora bien, es fundamental atender al hecho de que la noción de consecuencia lógica no significa en manera alguna, que exista una única relación de consecuencia deductiva. En una palabra, no existe una única lógica, sino varias, muchas. No existe una única lógica de lo verdadero (*No one true logic*), sino múltiples (Bell and Restall, 2006). La presentación más básica de esta idea consiste en el reconocimiento de dos grandes dimensiones: de un lado, la lógica formal

clásica –conocida igualmente como lógica simbólica o lógica matemática –la cual, a su vez, se articula como lógica de primer orden y como lógica de segundo orden (o de órdenes superiores)-, y las lógicas no-clásicas, más idóneamente llamadas lógicas filosóficas, entre las cuales se destacan la lógica del tiempo, las lógicas paraconsistentes, incluyendo a la lógica de la relevancia, la lógica cuántica, las lógicas polivalentes, incluyendo a la lógica difusa. Es claro que existen varios vasos comunicantes, no solamente entre las lógicas filosóficas y la lógica clásica, sino, además, al interior de las lógicas no-clásicas.

Como quiera que sea, un hilo común a todas las lógicas es el reconocimiento explícito de que la implicación (*entailment*) o, en términos más genéricos, la consecuencia, constituye el terreno de base del trabajo lógico. Aquí, sencillamente, quiero abogar por una tarea –futura, por tanto-, consistente en un abanico, por así decirlo, de estudios y series de trabajo centradas en las –por definición- múltiples consecuencias de la nanología.

Naturalmente, además de las consecuencias externas, digamos –por ejemplo, sociales, educativas, políticas, económicas, medioambientales y otras, se trata de consecuencias estrictamente lógicas, tales como de necesidad, normatividad, formalidad y de especificación de casos. En lo que sigue quisiera al mismo tiempo ampliar y precisar lo anterior.

VII

En este lugar quisiera puntualizar en una idea: las implicaciones – consecuencias – filosóficas de la nanología no deben ser entendidas en el sentido, genérico y fácil, según el cual la filosofía se ocupa de las implicaciones de cualquier asunto, lo cual a todas luces es falso y constituye una veleidad de parte de muchos filósofos. En primer lugar, debido a que “filosofía” hace referencia aquí a la pluralidad lógica y la pluralidad de lo real mismo, apuntando a la idea originaria de Aristóteles de acuerdo con la cual *to on legetai pollakhon*. En correspondencia, “filosofía” hace referencia a la comprensión de la pluralidad de maneras como lo real mismo se dice (o piensa – *legein*), y no en el modo específico como es dicho (y pensado) lo real, en cada caso. Así, el ser o lo que es, o lo real (*to on*), se dice (*legetai*) de múltiples maneras (*pollakhon*), y en esto consiste, en primer término, el estudio sobre las implicaciones, aquí, de la nanología.

En segunda instancia, el estudio de las implicaciones filosóficas no es, en manera alguno, ajeno al de las implicaciones lógicas, con lo cual básicamente se trata del reconocimiento explícito de que los filósofos integren dentro de sus trabajos los

desarrollos actuales y de punta de la lógica y que apuntan, todos, justamente, en la dirección de las lógicas filosóficas⁸.

La física del universo microscópico apunta, desde el punto de vista de la física, al dominio cuántico y, ulteriormente, subcuántico, lo cual constituye una revolución fundamental en la historia del conocimiento. Se trata de ese umbral en el que las preguntas últimas, por así decirlo, pueden ser abordadas y respondidas mejor de lo que hemos logrado hasta la fecha. Se trata de interrogantes acerca de la estructura de la materia, el origen de la vida, y la estructura y funcionamiento de la mente y del cerebro. Los tres interrogantes se hallan, naturalmente, entrelazados de manera estrecha.

A todas luces, estamos asistiendo a una auténtica revolución mental y cultural. Pues bien, esta revolución se inaugura, en términos teóricos, a partir de la famosa conferencia del 29 de diciembre de 1959 de R. Feynman con el título *There is plenty of room at the bottom*. Esta revolución contrasta con toda la historia marcada por la selección natural desde que abandonamos los árboles y nos lanzamos por las etapas africanas, hasta hoy, y se corresponde perfectamente con la ciencia y la tecnología del siglo XX y XXI, que es marcadamente contraintuitiva. La revolución nanométrica y nanoescalar es la revolución en la que volvemos, por primera vez, la mirada del universo macroscópico hacia el universo microscópico – como constituido por seis escalas, hasta la fecha- para, gracias a ella, volver la mirada sobre el universo macroscópico y poder comprenderlo mejor.

Digámoslo de manera puntual y radical: los problemas, retos, temas, riesgos y peligros más importantes del mundo macroscópico se fundan en la escala microscópica y se derivan de ella, y con ella, no sin ella, pueden ser resueltos satisfactoriamente. Este es, con seguridad, el principal problema filosófico que la revolución de la nanotecnociencia plantea, a saber: lo que en la cuántica se conoce como el principio de correspondencia; esto es, los tipos de correspondencia entre el universo microscópico y el macroscópico. La física ha hecho de este, con razón, un motivo al que ha dejado buena parte de sus mejores energías, la unificación entre la teoría de la relatividad y la física y la mecánica cuántica.

Topográficamente hablando, si cabe la expresión, la nanología es ciencia que opera en la escala de la biología de la célula hacia abajo y, con relación a la física, en el nivel cuántico y subcuántico – siendo en este caso el límite más espectacular el de la femtoquímica. Es decir, la nanología es ciencia que opera en ese nivel apasionante en el que la información se hace una sola, si se me permite la metáfora, con los niveles fundamentales de la materia. Es en esos niveles en los que la información más fundamental para todos los procesos físicos, químicos, biológicos y otros se enraíza con la materia. *À la limite*, rayamos aquí con ese límite

⁸ Como parte del proyecto de investigación que adelanto, me encuentro en la preparación de un texto sobre las lógicas filosóficas.

en el que la materia deja de existir porque se confunde con la información misma, un tema que apasiona al Capra del *Punto crucial*, por ejemplo, pero que en realidad nos remonta hasta los trabajos pioneros, originales y radicales de D. Bohm⁹.

sentido, el problema central para las ciencias sociales y humanas (en el sentido más amplio y desprevenido de la palabra y que comprende por también a las ciencias de la salud y las ciencias económicas, contables y administrativas) consiste, en este marco, en conocer la nanología, profundizar en ella, a fin de ampliar los marcos explicativos y compresivos de los fenómenos, procesos, dinámicas y sistemas sociales humanos. En efecto, las ciencias sociales y humanas nacieron en referencia a, y han permanecido ancladas dentro de, el universo macroscópico, ignorantes o miopes, por decir lo menos, del universo microscópico, la otra mitad de la realidad, por así decirlo. Mientras las ciencias sociales y humanas permanezcan ciegas y sordas a la nanología, o mientras lo que saben de la nanología esté todavía marcado por exceso de ruido, lo que puedan decir sobre las dinámicas sociales humanas es insatisfactorio y limitado. Así, el problema fundamental de una epistemología de las ciencias sociales y humanas coincide, plano por plano, con la lógica cuántica.

En efecto, el problema de la correspondencia entre el universo macroscópico y el microscópico constituye a una de las lógicas no clásicas más sugestivas, la lógica cuántica¹⁰, ¹¹, cuyo principal tema de estudio y trabajo consiste en establecer si y cómo lo que dice la física cuántica tiene correspondencia con el mundo macroscópico. Este problema es eminentemente filosófico, pues hace referencia a temas tales como el acaecer de lo real – por ejemplo, el monismo de lo real frente a un pluralismo de lo real como pluralidad de mundos.

La lógica cuántica es una lógica no-clásica – más adecuadamente denominadas lógicas filosóficas-. El primer rasgo determinante para la comprensión de las lógicas no-clásicas – o lógicas filosóficas – es el reconocimiento explícito del pluralismo lógico¹².

⁹ Cfr. Notablemente, *The Undivided Universe* y *Wholeness and the Implicate Order*. El aspecto interesante que quisiera resaltar aquí de la obra de Bohm consiste justamente en su atrevimiento para *interpretar* –por consiguiente, filosóficamente-, a la física cuántica. Como es sabido, en la ciencia normal, en general, el problema de la interpretación –de los modelos, de las teorías, de las descripciones y de las explicaciones- constituye una osadía, si no un escándalo. Abogo aquí, en el marco de la filosofía de la ciencia, por el valor y la importancia de interpretar las teorías, los desarrollos teóricos y tecnológicos. Es en este filo en donde se sitúa la nanología.

¹⁰ Para una visión crítica de esta idea y que por tanto comprende a la lógica cuántica en el marco de la lógica ordinaria, véase Calíbrese (2005).

¹¹ Me encuentro trabajando en un texto sobre las lógicas no clásicas en general y, por consiguiente, en la lógica cuántica. Este texto forma parte justamente del proyecto de investigación mencionado al comienzo.

¹² He trabajado sobre las lógicas no-clásicas en otro lugar. Véase Maldonado, C. E., (2006) “Lógicas no clásicas (3): Lógicas paraconsistentes”, en: *Zero. Diecisiete*, Universidad Externado

Básicamente, la lógica cuántica trabaja con base en un sistema de operadores algebraicos que le permiten construir y manipular las diversas combinaciones de eventos que la mecánica cuántica estudia consuetudinariamente. Por lo general, se la comprende como una lógica proposicional apta para el trabajo con los temas de medición, unos de los más difíciles en la física cuántica.

La lógica cuántica fue propuesta originalmente por H. Putnam como la lógica correcta para el estudio de las inferencias proposicionales en general. Podría decir que en lógica distinguimos dos grandes clases de inferencias, las inferencias inductivas y las transductivas, cada una de ellas compuesta a su vez por una variedad de otras inferencias particulares. Como quiera que sea, el núcleo filosófico central de esta lógica es el debate, inacabado y no resuelto hasta la fecha, acerca de si es o no decidible. Aun así, lo fundamental consiste en el reconocimiento de que nos situamos en el marco de un cálculo probabilístico que descansa sobre una lógica proposicional *no clásica*.

VIII

Para concluir, quisiera puntualizar en tres ideas, así:

- (i) El modelo, por así decirlo, de las ciencias de punta que han emergido recientemente ya no es la física sino la biología (Pagels, 1991). Los desarrollos exploratorios del mundo microscópico se sitúan exactamente en esta dirección. Pero si ello es así, entonces, desde el punto de vista del conocimiento –epistemología-, la mejor epistemología sobre el conocimiento es la biología; diversos autores confluyen en este punto. Lo esencial aquí es que la nanología, como la nanotecnociencia, se inscriben en este mismo espíritu.
- (ii) La nanología funge como basamento para entender una parte de las dinámicas sociales, a saber, justamente, aquella parte que encuentra su foco en la célula y en sus estructuras, funciones y dinámicas esenciales. Si en un plano hemos aprendido recientemente, gracias a la obra de Foucault, notablemente,

de Colombia, segundo semestre, págs. 148-152; (2006) “Lógicas no clásicas (2): la lógica del tiempo”, en: *Zero. Dieciséis*, Universidad Externado de Colombia, primer semestre, págs. 124-128; (2005) “¿Por qué hay múltiples lógicas?”, en: *Zero. Quince*, Universidad Externado de Colombia, segundo semestre, págs. 112-117; más recientemente, cfr. “comprensión positiva de las lógicas no-clásicas (4)”, en *Zero: Dieciocho*, Universidad Externado de Colombia, primer semestre, 2007 (en prensa).

que, en la genealogía de los discursos, las prácticas y los poderes hay una política del cuerpo, análogamente podemos decir ahora que en el problema de la correspondencia entre el universo microscópico y el macroscópico es el más determinante para entender el mundo y la naturaleza. De ahí la envergadura de la nanología como la ciencia que abarca al primero de estos mundos y sin el cual no cabe entender ni explicar al segundo. No en última instancia, me refiero a las notables implicaciones entre nanología y biopolítica. Pero este sería objeto de un estudio aparte.

- (iii) La lógica se ocupa de las consecuencias, y existe manifiestamente un pluralismo lógico – pluralismo de las consecuencias, por tanto. Ahora bien, es efectivamente posible que la lógica lo sea del mundo entero en general, y no ya únicamente de proposiciones, sentencias y afirmaciones. Sobre este terreno encontramos elementos para una filosofía de la lógica de la nanología.

En fin, he querido llamar la atención acerca de la amplitud de la dimensión nanométrica – que en realidad no es única o exclusivamente de la escala nano, sino que incluye a la dimensión atto y femtométrica. Pero ésta no es sino una expresión para designar al universo cuántico y subcuántico, en un plano, o el de la citología y lo que sucede hacia abajo, en el otro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELL, J. C.; RESTALL, G. *Logical Pluralism*. Oxford: Clarendon Press, 2006.
- CALABRESE, P. G. Toward a More Natural Expression of Quantum Logic with Boolean Fractions. *Journal of Philosophical Logic*, 2005, 34: 363-401
- CHRISTIAN, D. *Mapas del tiempo. Introducción a la “Gran Historia”*. Madrid: Crítica, 2005.
- ROSNAY, J. DE, SERVAN-SCHREIBER, J.-L., DE CLOSSETS, F., SIMMONET, D. *Une vie en plus*. Paris: Le Seuil, 2005.
- DE VRIES, M. J., (2005). “Analyzing the Complexity of Nanotechnology”, en: *Techné: Research in Philosophy and Technology*, Vol. 8, Number 3
- DREXLER, K. E. *La nanotecnología. El surgimiento de las máquinas de creación*. Barcelona: Gedisa, 1993.
- Garson, J. W. *Modal Logic for Philosophers*. New York: Cambridge University Press, 2006.

- KOSELLECK, R. *Futuro pasado. Para una semántica de los tiempos históricos*. Barcelona: Paidós, 1993.
- MALDONADO, C. E. Filosofía de la ciencia y nanotecnociencia. In: Giraldo, J.; GONZÁLEZ, E.; GÓMEZ, F. (Eds.). *Nanotecnociencia. Nociones preliminares sobre el universo microscópico*, Bogotá, Ed. Buinaima, 2007, pp. 69-80.
- PAGELS, H., (1991). *Los sueños de la razón. El ordenador y los nuevos horizontes de las ciencias de la complejidad*. Barcelona: Gedisa
- SCIENTIFIC AMERICAN REPORTS. *The Rise of Nanotech*. Volume 17, Number 3.
- WALLERSTEIN, I. (coord.). *Abrir las ciencias sociales. Comisión Gulbenkian para la reestructuración de las ciencias sociales*, 9ed. México: F.C.E., 2006.
- ZEWAIL, A. *Viaje a través del tiempo. Senderos hacia el Premio Nóbel*. México: F.C.E., 2006.

A IMPORTÂNCIA DA FILOSOFIA DA TECNOLOGIA PARA A FILOSOFIA DA CIÊNCIA

Alberto Cupani¹

RESUMO

A filosofia da tecnologia, que se desenvolveu muito nas últimas décadas, tem um vínculo particularmente importante com a filosofia da ciência. Este artigo aponta para esse vínculo mencionando brevemente assuntos tais como a dificuldade de reduzir a tecnologia a ciência aplicada ou a ciência uma forma de tecnologia, os valores que cada uma dessas atividades envolve, a relação entre a busca do controle e a busca de conhecimento da realidade, o condicionamento da ciência pelos recursos tecnológicos e a índole da própria filosofia da ciência.

Palavras-chave: filosofia da tecnologia, filosofia da ciência, tecnologia, ciência, controle da natureza, conhecimento da natureza.

THE IMPORTANCE OF PHILOSOPHY OF TECHNOLOGY TO PHILOSOPHY OF SCIENCE

Philosophy of technology, which developed much in the last decades, has a particularly important link to philosophy of science. This paper points to that link by mentioning briefly subjects such as the difficulty of reducing technology to applied science or science to some sort of technology, the values involved in each one of those activities, the relations between the search for control and the search for knowledge, the conditioning of science by technological means and the nature of philosophy of science itself.

Kew-words: philosophy of technology, philosophy of science, technology, science, technological knowledge, scientific knowledge.

*

Nas últimas décadas, a filosofia da tecnologia se desenvolveu rápida e diversamente, sendo hoje muito numerosos os trabalhos que tratam da tecnologia

¹ Professor do Departamento de Filosofia da Universidade Federal de Santa Catarina. E-mail: cupani@cfh.ufsc.br

desde variadas perspectivas filosóficas.² Ainda que a filosofia da tecnologia tenha vinculações com diversas áreas filosóficas tradicionais (como a epistemologia, a ética e a ontologia) a sua relação com a filosofia da ciência é particularmente importante. Sobre tudo, o exame filosófico da tecnologia convida a rever as características tradicionalmente atribuídas à ciência e a índole da própria filosofia da ciência. Na minha exposição abordarei alguns aspectos dessa revisão.

*

Não é novidade que a palavra ciência designa uma entidade complexa (certa classe de conhecimento, a atividade que conduz ao mesmo, uma específica atitude humana ante a realidade e a instituição social que as formaliza e legitima), embora na filosofia da ciência tradicional a reflexão privilegie os dois primeiros aspectos. De maneira semelhante, a tecnologia é uma entidade complexa, que não se reduz aos artefatos que primeiramente costumam atrair a atenção do pensador, mas que inclui também uma atividade específica, certo modo de encarar a realidade e (*last but not least*) uma forma especial de conhecimento (Mitcham 1994: 159-160).

Certamente, a definição de ambos os assuntos é matéria de discussão, porém admitindo essa limitação proponho-me a entender aqui por ciência a pesquisa sistemática, socialmente produzida e organizada, de fenômenos da realidade natural ou social, que visa obter conhecimento objetivo, confirmado empiricamente e eventualmente aplicável, acerca das condições de ocorrência dos mesmos. Já por tecnologia entenderei a produção de artefatos com auxílio de conhecimento científico e o uso dos mesmos, onde “artefatos” não significa apenas objetos, mas também materiais inéditos e processos naturais, mentais ou sociais, artificialmente induzidos.³ Em todo caso, “ciência” evoca uma atividade orientada primordialmente ao conhecimento, ao passo que “tecnologia” é inseparável da noção de controle da realidade.

Por outra parte, se a definição de ciência e de tecnologia é sujeita a debate, não ocorre o mesmo com a menção de que vivemos num mundo cada vez mais tecnológico (nossa própria consciência do que seja o “mundo” depende dos meios tecnológicos de comunicação e transporte), e de que a ciência parece estar cada vez

² Fundamentalmente, três: existe uma abordagem analítica, uma outra de caráter fenomenológico-hermenêutico e uma terceira inspirada nos propósitos e premissas da Escola de Frankfurt. Representativos das mesmas podem considerar-se, respectivamente, os trabalhos de Mitcham (1994), Borgmann (1987) e Feenberg (2002).

³ Adoto assim a caracterização ampla de Bunge. Ver Bunge 1985:33-34).

mais vinculada à tecnologia (“tecnociência”).⁴ Isso faz com que a filosofia da ciência não possa, ainda que assim o quisesse, se desinteressar da filosofia da tecnologia.

Mas, além dessa razão geral, questões particulares tornam necessária a reflexão sobre a relação entre o conhecimento do mundo (ciência) e o controle do mundo (tecnologia). Trata-se de questões relativas tanto aos propósitos de ambas as atividades como aos valores que pressupõem. É exato entender a ciência como busca de conhecimento que *ademais* pode ser aplicado, e a tecnologia como aplicação circunstancial de conhecimentos científicos *previamente* existentes? Que tipo de conhecimento exige a produção tecnológica? É a verdade o valor central da ciência e a eficiência o valor central da tecnologia, como se dá por pacífico inúmeras vezes? Qual é a noção de Natureza (ou de Sociedade) que cada atividade pressupõe? Certos analistas da ciência sustentam que os objetos da atividade científica são construções dessa atividade. Existe, nesse caso, uma diferença entre os objetos produzidos pela ciência e aqueles produzidos pela tecnologia? E se a ciência real é crescentemente tecnológica (do mesmo modo que outras atividades do mundo “civilizado”, como o trabalho e a guerra), sobre qual ciência reflete a filosofia da ciência?

*

Talvez a primeira questão que a filosofia da tecnologia tem esclarecido é a relativa à utilização da ciência em toda empresa tecnológica. Contrariamente a uma visão bastante estendida, tecnologia não equivale a ciência aplicada. A razão disso reside em que as teorias científicas são demasiadamente abstratas e seus modelos, por definição, ideais, para que a sua mera aplicação resolvesse problemas tecnológicos (Kroes 1989). A utilização do saber científico exige sempre certa adaptação do mesmo aos fins práticos propostos. Mais ainda: a tecnologia é essencialmente *invenção* (Agassi 1974), que se serve de informação científica, porém recorre também a outros modos de saber, aparentados com o saber vulgar e com as habilidades dos artesãos. Existe um conhecimento especificamente tecnológico, constituído por noções, regras e até teorias relativas ao *fazer* (Mitcham 1994, cap. VIII). Cabe, pois, distinguir entre a ciência que se propõe objetivos práticos (por exemplo, determinar a causa de uma doença com a finalidade de

⁴ Isso não se refere apenas ao fato de que a ciência natural utiliza aparelhos cada vez mais sofisticados, caros, enormes (como os aceleradores de partículas), mas a que existem disciplinas híbridas ou ambíguas (como a “ciência dos materiais” ou a “nanotecnologia”) e a que disciplinas inteiras estão se tornando tecnológicas. Schummer (2001) informa que a “química preparativa” (de novas substâncias) responde hoje, de longe, pela maior quantidade de práticas e publicações e afirma que 95% das substâncias hoje conhecidas são artefatos. Assim vista, a química é uma tecnologia.

combatê-la) e a tecnologia (no caso, a fabricação de um remédio, a determinação de um tratamento ou a invenção de um aparelho para tratar essa doença).

A distinção entre a tecnologia e a ciência prática (melhor do que “aplicada”) torna problemática, por sua vez, a redução da ciência a uma forma velada de tecnologia, ou a uma atividade que esconderia, por trás da aparência de busca desinteressada de conhecimento, a intenção de dominar seus objetos. Esta maneira de entender a ciência tem-se apresentado de diversas maneiras. É bem conhecida a tese de Heidegger (1954) acerca da prioridade histórica e ontológica da “técnica” (sua denominação da tecnologia) sobre a pesquisa básica.

A tecnologia, como impulso dirigido a tornar disponível a realidade, teria feito emergir a ciência como seu instrumento. Antes de Heidegger, e sem as conotações dramáticas da sua visão da tecnologia, o pragmatismo de Dewey esforçou-se por mostrar a identidade básica de ambas as atividades (Hickman 1992). Sem endossar essa identidade, ou seja, sem negar a possibilidade de outro tipo de ciência, Hans Jonas (1966) via na ciência moderna uma indagação que enfoca a natureza “em ação” (*at work*), que concebe os eventos naturais como mecanismos cuja compreensão permite a intervenção humana. Por sua vez, Feibleman (1982:8) interpreta a ciência (desde a Antiguidade) como uma tecnologia para tratar problemas teóricos.

No entanto, ao nos familiarizarmos como mundo da tecnologia percebemos que é difícil detectar uma continuidade, e mais ainda uma identidade de propósitos, entre a ciência (entendida como busca de solução para certos problemas de conhecimento) e a tecnologia. Ou, em outras palavras, não é fácil descartar a existência da ciência básica, motivada pelo interesse no conhecimento por ele mesmo, pela sua ampliação.⁵ Em todo caso, uma versão mais convincente do compromisso tecnológico da ciência está representada pela conhecida tese de Lacey (1999), quem sugere que a ciência moderna tem uma “afinidade eletiva” com o controle da Natureza, e explica a existência da ciência “pura” como extrapolação das formas de pesquisa baseadas na intervenção no curso dos fenômenos (ou seja, no experimento) para aqueles âmbitos em que essa metodologia não é viável. Retornarei mais tarde a esta tese.

Subsiste, de todo modo, uma diferença entre a concepção da realidade pressuposta pela ciência e a pressuposta pela tecnologia, no sentido de que a primeira

⁵ Certamente, esta afirmação deixa intocada a questão da índole atribuída à realidade pesquisada (seja ela concebida como um mecanismo que pode ser analisado, um sistema de elementos intervinculados, um reino de formas teleologicamente ordenadas, etc.), bem como as razões pelas que a ciência básica é praticada (curiosidade natural da espécie humana?), permitida ou exaltada (geralmente, a suposição de que os resultados de toda pesquisa poderão ser úteis algum dia, que a limitação da pesquisa aos projetos de utilidade prevista ameaça o próprio crescimento da ciência e até a liberdade humana de iniciativa, e que a verdadeira compreensão do mundo - ou seja, a científica - é condição da felicidade humana).

parece endereçada a entidades e processos previamente existentes, e a segunda, a entidades e processos a serem criados pela atividade humana. Além do mais, o tecnólogo classifica os aspectos da realidade preexistentes,⁶ conforme seu projeto, em recursos, produto almejado e o resto (vale dizer, tudo aquilo que não interessa ou que decorre da realização tecnológica como consequência não pretendida ou “externalidades”).⁷ Por contraposição, a atividade científica parece distinguir apenas entre o que é interessante ou significativo para um dado projeto de conhecimento, e aquilo que não é (cujo volume é sempre imensamente maior).

No entanto, a diferença apontada entre tecnologia e ciência se reduz se consideramos que a ciência básica não se elabora a partir do nada e tem sempre consequências (como de resto toda atividade humana). Por ventura as questões científicas não se formulam na base de conhecimentos prévios? Estes últimos, não são acaso recursos? Por outro lado, todo conhecimento novo modifica os conhecimentos prévios e até as convicções mais amplas de muitas pessoas. Essas consequências, geralmente não pretendidas, não são o equivalente das “externalidades” da tecnologia?⁸ E mais basicamente: o conhecimento gerado pela ciência, não constitui um *elemento novo* no mundo humano? A existência (?) da teoria da relatividade, da constatação de que houve dinossauros e de que a família imperial dos Romanov foi toda ela executada, da explicação do funcionamento do cérebro ou de determinados padrões culturais, não constituem acaso um aumento da “população” do “terceiro mundo” (Popper 1975) com que a humanidade convive?

Certamente que este paralelo (sabidamente explorado pelo pragmatismo) convida a ensaiar a seguinte comparação: os projetos de pesquisa científica (básica) podem ser enxergados como formas de tecnologia em que o conhecimento almejado é o equivalente do artefato tecnológico. Esta analogia parece dar razão àqueles que, como já foi mencionado, identificam de algum modo ambas as atividades. No entanto, o esclarecimento do alcance da comparação mencionada exige reparar nos alvos e nos valores envolvidos na ciência e na tecnologia.

Tradicionalmente, atribui-se à ciência a busca da verdade sobre determinado assunto. De maneira mais precisa, esse objetivo é descrito como a formulação de questões que conduzam a uma apropriada descrição e a uma convincente explicação de aspectos do mundo (de um determinado domínio de objetos, para dizê-lo ainda mais rigorosamente). Nesse sentido, descrições e explicações aspiram a ser *válidas* em função de valores *cognitivos ou epistêmicos* (principalmente, a adequação empírica e a consistência teórica). Outras considerações não cognitivas tais como a

⁶ Isto pode incluir não apenas elementos naturais ou materiais, como seres humanos, instituições, produtos culturais, teorias, etc.

⁷ Ver Bunge (1980:199) Bunge não utiliza a expressão “externalidades”, de uso comum no âmbito tecnológico, principalmente no seu aspecto econômico.

⁸ De onde a sugestão de algum autor de entender o “desinteresse” da ciência básica antes como negligência do que como mérito.

utilidade prática da explicação científica, ou sua compatibilidade com posições morais, políticas ou religiosas são excluídas, ao passo que ainda outras considerações (como a economia de recursos, o controle dos eventos ou o custo da pesquisa) são aceitas apenas na medida em que servem aos valores cognitivos.⁹

Por sua vez, a tecnologia parece endereçada, por definição, à obtenção de um resultado *eficaz*, vale dizer, a uma transformação da realidade na medida desejada. Essa eficácia é, contudo, qualificada: o produto tecnológico deve ser *eficiente*, o que implica confiabilidade, economia (de recursos, de tempo, de esforço e, portanto, de custos), durabilidade e, conforme os casos, rapidez e sensibilidade (Skolimowski 1983).

Na medida em que a produção tecnológica se apoia em conhecimentos, particularmente os científicos, parece supor a verdade dos mesmos, porém em rigor a tecnologia se satisfaz com o “saber que funciona”, e uma teoria científica, mesmo ultrapassada no seu âmbito, poderá servir aos propósitos do tecnólogo inclusive melhor que a sua sucessora, mais sofisticada (como no conhecido caso de se utilizar a física newtoniana em vez da einsteiniana para a maioria dos projetos de engenharia (Bunge 1980:193, Cordero 2001). A verdade (ou seus equivalentes, como a validade teórica das afirmações) é subordinada ocasionalmente a outros valores. Quais seriam estes últimos? De modo imediato, parece difícil negar que o *controle da realidade* constitua a finalidade inerente à tecnologia (como da técnica pré-científica). Naturalmente, pode-se discutir sobre o que se entenda por “controle”, mas sugiro aceitar a definição de Lacey: “Exercemos controle sobre objetos quando deliberadamente, com sucesso e informados pelas nossas crenças a seu respeito, os submetemos ao nosso poder e os usamos como meios para os nossos fins (Lacey 1999:111)”.

Toda sociedade humana exerce certo grau de controle da realidade em razão da necessidade de sobreviver. Na sociedade ocidental moderna, onde o controle da realidade (natural e social) parece exceder qualquer noção de sobrevivência humana, coloca-se a questão relativa ao valor ou valores a que por sua vez esteja submetido o controle da realidade, a menos que o consideremos como valor supremo da Modernidade, quem sabe manifestação da “condição humana” ou de certo estágio da sua evolução. (Naturalmente, trata-se de especulações). Os candidatos mais atraentes parecem ser o afã de lucro (definidor do sistema capitalista, hoje mundializado) ou a “vontade de poder”, talvez interpretada à luz da biologia evolutiva, ou uma combinação de ambos.

⁹ Quero dizer que a economia, por exemplo, se reduz às vantagens (relativas) da simplicidade das teorias, ou que o controle dos eventos (definidor do experimento) limita-se ao necessário para testar hipóteses explicativas, procura minimizar a modificação dos eventos e desconta a intervenção ao avaliar os resultados cognitivos. De modo análogo, o custo (em investimentos, tempo, etc.) será apreciado em relação aos propósitos cognitivos da pesquisa.

Seja como for, na tecnologia a eficiência do produto (circunstancialmente precisada) parece subordinar toda outra consideração. Assim, no âmbito da produção econômica capitalista, a busca do lucro pode identificar a eficiência com um desempenho do produto que represente o menor custo e a maior ganância, ainda que seja ao preço de reduzir a durabilidade e a confiabilidade, e de sacrificar a verdade no que tange à publicidade dos produtos. R. Laudan (1984:4) observa, contudo, que as pressões do sistema cultural em que se desenvolve uma tecnologia encontram limites nas características materiais e na lógica própria dessa tecnologia (no mesmo sentido se pronuncia Vincenti (1990: 312 n.7). Afinal das contas, um aparelho deve funcionar como esperado, um material deve servir para os fins propostos, um evento deve ocorrer conforme foi programado, etc.).

Se dessa maneira a diferença entre a ciência e a tecnologia parece conservar-se, cabe, entretanto, observar que, assim como a busca de conhecimento não obviamente aplicável não exclui sua utilidade futura, a busca da produção eficiente não exclui a descoberta circunstancial de conhecimentos não subordinados ao projeto tecnológico em causa. Com outras palavras, a tecnologia pode gerar conhecimentos não imediatamente úteis. De onde a conveniência de entender ambas as atividades como orientadas por um complexo de valores diferentemente enfatizados (Cordero 2001).

Em vez de polarizar ciência e tecnologia como empresas antitéticas (busca da verdade vs. busca da eficiência), e lembrando a complexidade do que denominamos ciência, é mais realista caracterizar a ciência como uma atividade que tem, *como seu objetivo primário* a obtenção de conhecimento, a compreensão do mundo da melhor maneira possível.¹⁰ Na tecnologia, tal objetivo raramente é primário, porém pode sê-lo (por exemplo, no caso de artefatos para auxiliar a ciência).¹¹

Por outra parte, talvez seja necessário, sem abdicar da importância de manter uma distinção entre ciência e tecnologia, evitar o essencialismo, vendo-as como realidades históricas que “foram levadas a um estado de profunda complementaridade, sendo hoje mais interdependentes do que nunca antes, embora continuem gravitando em torno de diferentes protótipos intelectuais” (Cordero 2001:137).

A interdependência mencionada é analisada de maneira particularmente incisiva por Queralto (2001), quem frisa que a tecnologia deixou de ser mero

¹⁰ Cabe destacar, a propósito deste assunto, a convincente defesa que faz Ferré (1995:44), seguindo Whitehead, da diferença entre a inteligência teórica (entendida como capacidade humana de compreender o mundo) e a inteligência prática (capacidade de sobreviver resolvendo problemas), caracterizando a ciência e a tecnologia como “gêmeos não idênticos dos mesmos progenitores”

¹¹ E ainda assim, pode duvidar-se se o conhecimento é aqui o objetivo primário. Um microscópio, por exemplo, tem como finalidade produzir *certo tipo de imagens* que serão usadas (pelo cientista) *para elaborar determinado conhecimento*.

instrumento da ciência para se converter numa *mediação epistemológica* entre a ciência e a realidade, uma *condição de possibilidade* da ciência.¹² Isso tem três conseqüências principais. A primeira consiste no predomínio da “verdade pragmática” (conhecimento que serve à manipulação) sobre a “verdade teórica”. A segunda conseqüência reside no condicionamento recíproco da teoria e os testes. Antigamente, o teste estava completamente subordinado às idéias a serem testadas. Hoje, os meios tecnológicos condicionam o que será testado, podendo as formas de teste modificar, até certo ponto, o conteúdo teórico.¹³ Como terceira conseqüência, as manipulações tecnológicas entram decisivamente na elaboração do “objeto de conhecimento”: a realidade cognoscível torna-se *realidade tecnologizada*. Queralto destaca que esse processo de tecnificação da ciência (chamado por outros de “tecnociência”) afeta da maneira mais evidente certas disciplinas (cosmologia, física subnuclear, bioquímica) e não as restantes, e que, em princípio, a tecnificação poderá prosseguir tendo como limite “a quantidade de tecnologia capaz de ser suportada pelo objeto sem transformar-se num diferente objeto científico”.

No entanto, reconhece que a tendência é “continuamente crescente” e não exclui as ciências sociais.¹⁴ As observações de Queralto, que podem resumir-se na sua afirmação de que “as propriedades da realidade a serem conhecidas pela ciência serão propriedades a serem consideradas primeiramente por manipulação tecnológica”, podem ser complementadas com as de Baird (2004) relativas ao que denomina “objetividade instrumental”, ou seja, o crescente papel dos dados obtidos mediante aparelhos nas conclusões científicas, dados esses que são considerados como mais confiáveis do que o juízo do pesquisador, ainda que os dados possam ser colhidos por técnicos sem conhecimento científico (Baird 2004, cap. 9). O mesmo autor sustenta que a ciência está se tornando cada vez mais um instrumento de caracterização e controle da realidade (ibid., p. 116). Compreende-se por isso que Pitt (2000), frisando o caráter instrumental da ciência contemporânea, observe que temos que conhecer muito sobre a sua infra-estrutura tecnológica para compreender o que a ciência está nos dizendo sobre o mundo.¹⁵

¹² Uma *mediação condicional* a atividade em que se insere, influencia a sua natureza, de um modo em que um mero instrumento não o faz. Uma *mediação* é um *meio permanente* (Queralto).

¹³ Queralto ilustra isso com o caso do ciclotrão, em que as partículas são destruídas para serem estudadas o que gera novos objetos de pesquisa. Outro exemplo seria o uso dos computadores em cosmologia, para simular as condições iniciais do Universo, onde a simulação condicional os testes posteriores.

¹⁴ O autor não oferece exemplos, mas é fácil pensar na aplicação da estatística na sociologia e na economia, ou a utilização de testes na psicologia. A conhecida afirmação de que “inteligência é o que meu teste mede” vai nessa direção e sugere que o problema em questão não é novo.

¹⁵ Cabe esclarecer que Pitt tem uma visão ampla da tecnologia, incluindo indivíduos, artefatos, redes e estruturas físicas e sociais que possibilitam a pesquisa. A sua observação vale, todavia, para o sentido mais restrito em que estou utilizando a palavra tecnologia.

Em todo caso, a análise de Queralto vai na direção da tese de Lacey, já mencionada: a ciência hodierna privilegia os aspectos da realidade que a tornam manipulável. Essa tese pode ser também assim formulada: reconhece-se como “científica” apenas a pesquisa que obedece a tal propósito, desconsiderando-se outras formas possíveis de investigação empírica sistemática. Ou, de maneira resumida: desde o início da Modernidade, a ciência (oficial ocidental) foi se tornando “tecnociência”, hoje de forma manifesta e em proporções gigantescas.

Mas, representa a tecnociência a ciência atual? Como foi dito, se a pergunta for endereçada àqueles que identificam a pesquisa científica com a pesquisa embasada em experimentos e que conduz ao controle da realidade, a resposta será provavelmente afirmativa. Como máximo, se se tratar de pensadores que queiram resgatar o valor da ciência “pura” (como Bunge), tal resposta incluirá, ou bem a lamentação de que a ciência esteja se “tecnologizando”, ou bem o esforço para demonstrar que, apesar disso (e precisamente por isso), o escopo *cognitivo* da ciência não se perdeu, que a própria índole da realidade exige a tecnologia da ciência para ser adequadamente entendida, e outros argumentos análogos.

No entanto, os pensadores não identificados com esse modelo de pesquisa (ou esse entendimento da ciência) poderão redargüir que a prática efetiva de pesquisa da natureza e da sociedade inclui formas muito diversas de investigação, especialmente nas ciências sociais, (mas inclusive nas ciências biológicas e ambientais). Estes pensadores irão questionar o monopólio da denominação de “ciência” por um tipo de pesquisa e a vinculação (mediata ou imediata) da ciência com o controle da realidade. Poder-se-á argumentar que um sociólogo ou um antropólogo, ainda que aspirando a um conhecimento testável e objetivo, não está necessariamente procurando meios de manipular os seres humanos por ele investigados (podendo até rejeitar que o seu saber seja utilizado para tanto). Um biólogo (por exemplo, ao criticar os enfoques excessivamente analíticos, que deturpam os sistemas naturais) poderá estar motivado por uma compreensão da Natureza que permita uma interação harmoniosa do homem com ela. Etc.

Creio que, por tudo isso, a filosofia da tecnologia acaba suscitando uma reflexão a propósito da índole da filosofia da ciência. Com frequência, ela é suspeita de consistir numa reflexão sobre uma noção idealizada da ciência, que apela quase exclusivamente para a física moderna como seu modelo. Tratar-se-ia de uma “ciência virtual” (como ouvi alguma vez, oportunamente, qualificá-la) que ignora a complexidade da atividade científica real, bem como a sua inserção social. Esse tipo de crítica suscita por sua vez o temor, que acho justificado, de que a filosofia da ciência, no desejo de ser realista, acabe tomando por ciência tudo quanto os cientistas fazem, sancionando assim a ciência trivial, espúria, fraudulenta ou comprometida com objetivos repudiáveis. Afinal, a ciência atrai a atenção do filósofo primordialmente como um modo especial de *conhecer*, confiavelmente, o mundo. De modo menos unânime, pode-se acrescentar que o interesse da filosofia na ciência deriva da convicção de que o conhecimento confiável está (ou pode estar) ao serviço

de valores como a liberdade, a justiça e a felicidade humanas. Parece-me que, por isso, nada ganharia a filosofia da ciência se, buscando escapar à condição de reflexão sobre uma ciência ilusória, se reduzisse a examinar a tecnociência.

Acredito que esse risco pode ser enfrentado mantendo, por um lado, com firmeza, a direção do “olhar” filosófico para a ciência como (ou enquanto) conhecimento sistemático e maximamente confiável da realidade,¹⁶ e assumindo, por outro lado, o que Caponi (2005) denomina a “ampla agenda da filosofia da ciência”. Isto significa incluir nesta disciplina, junto à explicitação dos critérios, princípios e procedimentos científicos, a dimensão histórica, a pluralidade de práticas e as pressuposições sociais e até ontológicas da ciência. (Nesse caso, a presença da tecnologia, em sentido amplo, pode ser detectada em qualquer forma de pesquisa empírica sistemática como condição da sua possibilidade).

No entanto, acredito que devemos acrescentar à nossa noção de uma adequada filosofia da ciência, a dimensão crítica com relação à tendência monopolizadora da tecnociência, e isso ao menos por duas razões. A primeira, que desde o ponto de vista epistemológico não é óbvio que esse seja o rumo progressivo de todo conhecimento objetivo do mundo. A segunda razão reside na notória vinculação da tecnociência com formas moralmente questionáveis de organização social e política. Os filósofos (ou aspirantes a tais) podemos não estar convencidos de que devemos mudar o mundo, mas certamente não podemos ficar indiferentes a ele.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGASSI, J. The Confusion between Science and Technology in the Standard Philosophy of Science. In: Rapp, F. (ed.) *Contributions to a philosophy of technology*. Dordrecht: D. Reidel, 1974[1966], pp. 40-59.
- BAIRD, D. *Thing Knowledge. A Philosophy of Scientific Instruments*. Berkeley: University of California Press, 2004.
- Borgmann, A. *Technology and the character of contemporary life*. Chicago: The University of Chicago Press .1987[1984].
- BUNGE, M. *Epistemologia. Curso de Atualização*. São Paulo: Queros-Edusp,1980.
- BUNGE, M. *Seudociencia e ideología*. Madrid: Alianza,1985.
- CAPONI, G. La amplia agenda de la filosofía de la ciencia, comunicação apresentada no IV Simposio Internacional *Principia*. Florianópolis, UFSC, 8 a 11 de agosto de 2005.

¹⁶ O que faz *ipso facto* descartar e repudiar as formas de “ciência” que não estão à altura dessa expectativa (ciência trivial) ou a deturpam (ciência fraudulenta).

CORDERO, A.: On the Growing Complementarity of Science and Technology, in: H. Lenk & M. Maring eds. *Advances and problems in the philosophy of technology*. Münster: LIT Verlag, 2001, pp. 129-140.

FEENBERG, A. *Transforming Technology*. Oxford: Oxford University Press, 2002.

FEIBLEMANN, J.K. *TECHNOLOGY AND REALITY*. The Hague: Martinus Nijhoff.,1982.

FERRÉ, F. *Philosophy of Technology*. Athens: The University of Georgia Press, 1995[1988].

HEIDEGGER, M. A questão da técnica (trad. do alemão *Die Frage nach der Technik* por M. A. Werle). USP: Cadernos de Tradução N. 2, 1997[1954].

HICKMAN, L.A. *John Dewey's Pragmatic Technology*. Bloomington: Indiana University Press, 2002[1990].

JONAS, H. The Practical Uses of Theory, in: C. Mitcham & R. Mackey eds. *Philosophy and Technology*. London: The Free Press, 1983[1966], pp. 335-346.

KROES, P. Philosophy of Science and the Technological Dimension of Science, in: K. Gavroglu et alii eds. *Imre Lakatos and theories of scientific change*. Dordrecht: Kluwer, 1989, pp. 375-381.

LACEY, H. *Is Science Value Free? Values and Scientific Understanding*. London: Routledge,1999.

LAUDAN, R. Introdução a R. Laudan ed. *The Nature of Technological Knowledge. Are Models of Scientific Change Relevant?* Dordrecht: D. Reidel, 1984.

Mitcham, C. *Thinking through technology. The path between Engineering and Philosophy*. Chicago: The University of Chicago Press,1994.

POPPER, K. *Conhecimento Objetivo* (trad. do inglês por M. Amado). Belo Horizonte: Itatiaia ,1975[1972].

PITT, J. C. *Thinking about Technology*. New York: Seven Bridges Press, 2000.

QUERALTÓ, R. Technology as a New Condition of the Possibility of Scientific Knowledge, In: H. Lenk & M. Maring eds. *Advances and Problems in the Philosophy of Technology*. Münster: LIT, 2001, pp. 205-214.

SCHUMMER, J. Challenging Standard Distinctions between Science and Technology, in: H. Lenk & H. Maring, *Advances and Problems in the Philosophy of Technology*, ed. cit.

SKOLIMOWSKY, H. The Structure of Thinking in Technology (orig. 1966), in: Mitcham, C. & Mackey, R. eds. *Philosophy and Technology*, London: The Free Press, 1983, pp. 42-49.

VINCENTI, W. G. *What Engineers Know and How They Know It*. Baltimore-London: The John Hopkins University Press, 1990.

DIFICULTADES TEÓRICAS DE LAS RESTRICCIONES (CONSTRAINTS) DE DESARROLLO Y SU RELACIÓN CON LA SELECCIÓN NATURAL

Vicente Dressino¹

RESUMEN

La utilización del término ‘restricciones’ (constraints) en biología ha alcanzado a todos los niveles de organización y a diferentes disciplinas. Esto llevó a numerosas confusiones debido a la vaguedad del término en referencia a las diversas particularidades en que se lo utiliza. Normalmente los biólogos no pueden justificar de forma adecuada por qué utilizan este término y en qué sentido lo hacen. El objetivo del presente trabajo es realizar un análisis de los problemas teóricos que presenta el uso de las restricciones de desarrollo, su relación con otros tipos de restricciones y con el concepto de selección natural.

Palabras-clave: restricciones de desarrollo, problemas teóricos, selección natural, teoría sintética.

THEORETICAL DIFFICULTIES OF DEVELOPMENTAL CONSTRAINTS AND THEIR RELATION WITH NATURAL SELECTION.

The use of the term ‘constraint’ in biology has reached all the organization levels and different disciplines. This has led to several confusions due to the vagueness of the term in reference to different particularities in which it is used. Generally, biologists cannot justify why they use this term and in what sense do it. The objective of the present work is to make an analysis of the theoretical problems that presents the use of constraints of development, its relation with other types of constraints and with the concept of natural selection.

Kew-words: developmental constraints, theoretical problems, natural selection, synthetic theory.

¹ Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. Argentina. E-mail: vdressino@gmail.com

INTRODUÇÃO

Es común actualmente la utilización del término ‘restricciones’ en relación a diferentes niveles de organización y con significados variables, produciendo una situación de desconcierto entre los biólogos. Su utilización en las explicaciones evolutivas adquiere importancia con la publicación de los *Spandrels of San Marcos* de Gould y Lewontin (1979). En este trabajo se critica al programa adaptacionista utilizando las restricciones estructurales (*spandrels*), se intenta explicar el origen de estructuras durante el desarrollo del plan estructural del organismo (*bauplan*) mediante la intervención de la selección natural, la adaptación y las restricciones.

La problemática de las restricciones ha seguido dos caminos, por un lado, los intentos de sistematizar los sentidos en que se usa el término de acuerdo al nivel de organización estudiado (Antonovics y van Tienderen, 1991; Gould, 1998, 2002; Sarà, 1998, 1999). Y, por el otro, su utilización en los estudios evolutivos como un término complementario al de selección natural (Antonovics y van Tienderen, 1991). Este último caso es el que se discutirá ya que el término ‘restricción’ está asociado con ciertos problemas explicativos que presenta la teoría sintética. Si bien existen controversias entre los biólogos sintéticos en los sentidos en que utilizan este término, la persistencia en su uso se debe a ciertas anomalías explicativas de la teoría sintética respecto del principio de selección natural. Así, aquellos fenómenos de difícil explicación para esa teoría pueden ser tratados sin que supongan un problema para ella. Y, precisamente las anomalías más graves para la teoría sintética son las provenientes de la biología del desarrollo. El fuerte crecimiento de esta disciplina ha puesto en jaque a la teoría en varios aspectos que varían entre la aparente conservación de los procesos o vías de desarrollo en grupos no relacionados hasta la demostración experimental de procesos saltacionistas en el origen de nuevos clados (Ronshaugen et al 2002)

Otro aspecto relevante en el uso de las restricciones es el referido a su carácter polisémico. En efecto, como señala Sarà (1998, 1999) cada disciplina utiliza el término *restricción* en sentidos y con significados diversos. Una consecuencia de esta polisemia es la ambigüedad y los problemas teóricos que esto implica. Es por ello que el objetivo del presente trabajo es realizar un análisis de los problemas teóricos que presenta el uso de las restricciones de desarrollo, su relación con otros tipos de restricciones y con el concepto de selección natural.

CLASIFICACIÓN DE LAS RESTRICCIONES SEGÚN LAS DISTINTAS ÁREAS DISCIPLINARES

Como se mencionó anteriormente las restricciones son utilizadas para explicar una amplia gama de procesos biológicos. Así, las restricciones *estructurales* representan un vasto espectro de restricciones internas. Dentro de estas últimas, las

restricciones universales, se aplican a sistemas orgánicos compuestos de determinados materiales y provistos de una complejidad dada (tenseguridad) (Sarà, 1998). La tenseguridad es una característica resultante de las restricciones *universales* vinculada con el autoensamblaje de las estructuras biológicas. Una variante de este tipo de restricciones son las *funcionales* o de *diseño* por su supuesta relación con la selección natural (Rose y Lauder, 1996). A primera vista surge como evidente la relación existente entre las restricciones estructurales y las de desarrollo. Sin embargo, las restricciones de desarrollo son el resultado de las interacciones genéticas y los campos morfogenéticos dando como resultado la autoorganización del organismo. En un intento por delimitar a esta clase tan compleja de restricciones, Maynard Smith y colaboradores (1985) definieron a una restricción de desarrollo como una anomalía de la producción de la variación del fenotipo o una limitación de la variabilidad fenotípica causada por la estructura, carácter, composición o dinámica del sistema de desarrollo. De esta definición se desprende, por un lado, que las restricciones de desarrollo funcionarían dentro del primer nivel de la evolución darwiniana como productor de variación heredable; pero, por el otro, que dicha variación heredable es debida a una anomalía.

Otro tipo de restricciones de uso en biología son las *genéticas* y están representados por la influencia sobre el mecanismo genético de los transposones, retrotransposones, el aumento del tamaño del genoma, etc. Pero curiosamente estos elementos también pueden actuar como restricciones de desarrollo y esto no hace otra cosa que demostrar los límites difusos entre ambos términos. Este problema se complejiza aun más al considerar las restricciones *epigenéticas* que constituyen otra categoría. Estos representan transductores de la información ambiental en la realización del fenotipo. Ejemplos de este tipo de restricciones que han cobrado importancia en los últimos años son las epimutaciones, las paramutaciones, el silenciamiento génico, las metilaciones del ADN, etc. Se pueden observar las relaciones que este tipo de restricción mantiene con las vistas hasta ahora y por lo tanto, que cualquiera de las restricciones analizadas puede fácilmente estar incluida dentro del dominio de las restantes.

Las restricciones *comportamentales* representarían un puente que relaciona las restricciones vistas anteriormente con las *ecológicas* o *ambientales*. El fundamento de esta aseveración es que las restricciones genéticas, de desarrollo y epigenéticas al ser determinantes en la estructura y organización funcional del fenotipo, condicionan a su vez los patrones de conducta. Las restricciones comportamentales son definidas como los cambios que el organismo lleva a cabo en relación con el hábitat por modificaciones en los patrones conductuales del instinto y de las restricciones de desarrollo por el aprendizaje. Cabe señalar que las restricciones comportamentales pueden ubicarse dentro de las restricciones ecológicas lo que supondría una categorización incorrecta.

Finalmente, restan dos clases estrechamente vinculadas de restricciones, a saber, las *filogenéticas* y las *selectivas*. Las primeras representan todo resultado o

componente de la historia filogenética de un linaje que altera el ‘curso evolutivo previsto’ de aquel linaje (McKittrick, 1993). En esta definición se puede apreciar claramente un problema respecto a la aseveración ‘curso evolutivo previsto’ de un linaje. Este concepto presenta numerosos problemas, por ejemplo, cómo puede determinarse el curso evolutivo de un linaje.

Por otra parte, esta ‘previsión evolutiva’ va en contra de un concepto central de la teoría sintética, el azar. Y, por lo tanto, contradice a la otra clase de restricción, las selectivas. Estas últimas están compuestas por aquellos factores azarosos y contingentes que alteran el curso de la selección natural. Por ejemplo, la deriva genética, el aislamiento, el cuello de botella, la migración, etc.

Por lo aseverado anteriormente se desprende que las restricciones filogenéticas se contraponen en su accionar a los restricciones selectivas. En cambio, la relación entre ambos tipos de restricciones radica en que cuando actúan las restricciones filogenéticas, pueden actuar también restricciones selectivas para modelar el ‘curso evolutivo previsto de un linaje’. Finalmente, es importante señalar que las restricciones filogenéticas guardan estrecha relación con las restricciones de desarrollo ya que el desarrollo constituye un componente fundamental de toda línea filogenética.

De esta breve clasificación se puede concluir que los distintos tipos de restricciones considerados presentan fuertes interdigitaciones y que cualquiera de ellos puede ser catalogado como un componente de los restantes. Esto debilita la aseveración de Sarà (1998, 1999) acerca del accionar en red de las restricciones, ya que esto presupone la aceptación de una clara distinción entre diversas clases de restricciones, aspecto que no se deduce de lo expuesto anteriormente.

LAS RESTRICCIONES DE DESARROLLO

Como se puede desprender de lo visto anteriormente una forma de entender a las restricciones es como toda desviación respecto de ‘lo esperado’. Esto presenta dos problemas: el primero es qué entendemos en biología por ‘lo esperado’. Desde el punto de vista del desarrollo se ‘espera’ que un embrión humano cumpla con los requerimientos de todo *Homo sapiens* respecto a su organización morfológica y funcional. Sin embargo, no surge claramente esta acepción en los diversos autores.

El segundo problema se vincula con una concepción estadística vinculada con la variabilidad. Así desde la perspectiva poblacional se ‘espera’ que el promedio de peso al nacimiento en una población de humanos se encuentre por ejemplo en los 3,500 kg con un desvío determinado por los estándares de dicha población. Pero esta forma de conceptualizar las restricciones constituye un límite al concepto de variabilidad poblacional. Esto es porque si un rasgo se desplaza de ciertos límites, en lugar de considerar la posibilidad de que la variabilidad sea mayor a la esperada se recurre prematuramente a considerar la acción de una restricción.

Las dificultades derivadas del uso indiscriminado de las restricciones son fácilmente comprensibles cuando se analiza la complejidad de los procesos de desarrollo. Durante la gestación de un embrión actúan numerosos procesos fundamentales como los de hiperplasia, hipertrofia, hiperplasia con hipertrofia, heterocronía, etc. Cualquier elemento que altere mínimamente a algunos de ellos tendrá como consecuencia la existencia de un organismo con características diferenciales respecto al promedio poblacional. ¿Puede esto justificar la utilización del término *restricción*?

Una posibilidad es considerar a las restricciones como un sinónimo del término *canalización del desarrollo* anteriormente propuesto por Waddington (1942). Sin embargo, el concepto de restricción de desarrollo conlleva un sentido más negativo que el de ‘canalización’ y es coherente con su origen etimológico. Así, según Gould (1989, 2002) restricción deriva del vocablo latino ‘stringere’ que significa ‘apretar’ y obviamente se relaciona con un accionar disruptivo. En cambio, la canalización de Waddington se vincula con un encauzamiento natural de los procesos de desarrollo para lograr la realización de un organismo viable. Las diferencias entre ambos conceptos son bastante claras.

Es por ello que Richardson y Chipman (2003) aseveran que la terminología utilizada para dar cuenta de las restricciones de desarrollo es confusa y que no existe acuerdo metodológico que permita refutar de manera adecuada las hipótesis de las restricciones de desarrollo. En este sentido, son claras las limitaciones del método estadístico para refutar una hipótesis de restricción. Prueba de ello puede ser el ejemplo que se analizará más adelante del crecimiento bajo un estrés ambiental. Es por ello que Klingenberg (2005) asevera que existen considerables dificultades técnicas y estadísticas para llevar a cabo diseños experimentales rigurosos que permitan testear una hipótesis de restricción de desarrollo. Sin embargo, esto no representa un obstáculo para que el autor siga considerando la existencia de restricciones. Esta contradicción argumentativa puede deberse al problema semántico derivado de la falta de una definición adecuada. Este problema es reconocido por Sarà (1999) cuando afirma que, a pesar de lo amplio, enmarañado y confuso de este término, su utilización permite una mejor comprensión del patrón evolutivo como resultado de una red de causas interactuantes en forma integrada.

Es reconocido por los biólogos del desarrollo que los procesos de crecimiento y desarrollo presentan una complejidad que constituye un fuerte desafío para la conceptualización de ‘restricción’ debido a que, como se mencionó anteriormente, se interdigitan varios niveles de organización y diferentes procesos que resultan extremadamente complejos de testear experimentalmente. Para el caso de organismos en crecimiento en ambientes nutricionalmente adversos podemos identificar el accionar sinérgico de varios tipos de restricciones. Para el caso específico de la desnutrición existen numerosos datos experimentales que indican el efecto de retraso sobre prácticamente todas las variables estudiadas en mamíferos. Siguiendo con la clasificación de Sarà actuaría una restricción ecológica o ambiental

sobre los procesos de crecimiento y desarrollo que sería una causa necesaria pero no suficiente para la explicación del fenómeno.

Así, en la alteración de una trayectoria de crecimiento interactúan la modificación de la canalización del crecimiento, un cambio en los procesos epigenéticos –de especial importancia en las restricciones nutricionales–, una modificación en procesos fisiológicos como el metabolismo basal e intermedio, etc. Es por esta razón que resulta sumamente difícil separar experimentalmente los distintos niveles de análisis entre las restricciones genéticas, epigenéticas, fisiológicas y ecológicas.

En realidad, la desnutrición alteró la homeostasis o estado estabilizado del sistema con las consecuencias concomitantes e inmediatamente comienzan a funcionar los mecanismos homeorhéticos destinados a mantener el equilibrio coordinado del sistema o canalizado fluidamente durante el transcurso de la ontogenia. Luego, la noción de homeorhesis se corresponde con la de cambio estabilizado durante la ontogenia. Ambos mecanismos –homeostasis y homeorhesis– interactúan con los innumerables factores en juego e incluso con la potenciación sinérgica entre ellos. Es indudable que la resolución experimental de semejante problema sólo puede ser parcial o incompleta. Este ejemplo muestra la dificultad de medir con exactitud cada factor aisladamente para considerarlo como una ‘restricción’ dado el carácter multidimensional que, por definición, constituye toda desnutrición.

Otro aspecto importante de las restricciones de desarrollo es su relación con la evolución en general y con la selección natural en particular, que constituye un tema muy controvertido. En este sentido, Gould (1989) asevera “Since orthodox evolutionary theory is functionalist, constraints attain their most important positive meaning as channels of change imposed by historical and formal determinants, rather than by immediate natural selection.” (p.516). Continuando con su argumentación Gould afirma que

‘constraint’ is used as a description for any casual change, reasoning that any cause directs change down one path rather than another and that any direction counts as a ‘constraint.’ Thus, we have selective constraints when adaptation prevails, developmental constraints when ontogeny directs, and even physiological constraints when hearts enlarge in villages on mountaintops” (Gould, 1989, p.516.)

Dos aspectos pueden ser tenidos en cuenta de las consideraciones anteriores: por un lado, Gould conceptualiza a las restricciones en un sentido positivo como canales de cambio y no los relaciona con la selección natural. Por otro lado, las diferencias entre las restricciones selectivas, de desarrollo o fisiológicas dependen del enfoque metodológico y de los objetivos con que se aborde el estudio. Una vez más, la problemática metodológica en el estudio y consideración de las restricciones parece ser un elemento clave. Es decir, la restricción representaría una herramienta metodológica que proporcionaría un elemento heurístico para analizar los

fenómenos, pero de ahí no puede suponerse que exista algo así como una restricción independiente de otra porque sería pasar del plano metodológico al ontológico.

Retomando lo expuesto anteriormente respecto al caso del desarrollo bajo condiciones nutricionales adversas, podemos apreciar que la propuesta anterior de Gould es de poca utilidad debido a la vaguedad del concepto de ‘restricción’. Asimismo, el análisis de la definición de Maynard Smith y colaboradores vista más arriba, tampoco nos permite entender el caso de la restricción de desarrollo y su complejización bajo condiciones ambientales.

Esta controversia muestra claramente las dificultades existentes para determinar la presencia de una restricción de desarrollo y su relación con una restricción selectiva. Esto no significa desconocer la importancia evolutiva del desarrollo, sino la incapacidad explicativa del concepto de restricción y su proyección evolutiva. Al respecto, Maynard Smith y colaboradores (1985) reconocen los límites difusos entre restricciones de desarrollo y fuerzas selectivas al aseverar que “Although there are clear cases in which one label is preferable to the other, many constraints involve an interacting mixture of developmental and selective factors.” (Smith et al., 1985, p. 275.)

Otra propuesta que continua con esta confusión conceptual es la de Narita y Kuratami (2005). Estos autores definen a las restricciones de desarrollo como toda vía que limita los cambios fenotípicos durante la evolución. Si tomamos literalmente esta afirmación las restricciones de desarrollo posibles serían extremadamente amplias. Continuando con su argumentación, los autores aseveran que

[...] in the developmental constraint view, the production of phenotypic variations is assumed to be limited by certain unknown developmental restrictions: hexapod or octapod animals are supposed to be rarely produced because of limitations in the possible developmental patterns. (Narita y Kuratami, 2005, p.92.)

Finalmente, y ante la debilidad de los argumentos, los autores reconocen la dificultad que existe para distinguir las restricciones reales de los efectos de la selección interna.

Otra línea de argumentación teórica es la sostenida por Zelditch y colaboradores (1990). Los autores son conscientes de la problemática que presentan las restricciones de desarrollo y sostienen que la confusión se debe al supuesto de que las restricciones son compartidas por todos los taxa bajo estudio. Y, que “The constraints would not be expected to yield common phenotypic outcomes unless the same set of constraints acts within each taxon of the lineage in question.” (Zelditch et al., 1990, p.1.738). De esta forma admiten que las restricciones de desarrollo pueden variar dentro de las poblaciones. Esto evidentemente supone un reconocimiento de las particularidades intrapoblacionales de las restricciones y, por lo tanto, de la variabilidad a niveles de agrupamiento mayores –especies, géneros, etc-. En su análisis de la variación craneofacial del género *Sigmodon* (Rodentia, Muridae), Zelditch et al. afirman que:

all covariances can be construed as "developmental" in origin, even those caused by the direct effect of bones and muscles upon each other during use since the responses of bones to forces imposed by environmental agents, or at articulating surfaces, involve morphogenetic processes of bone deposition and resorption. Instead of categorizing constraints as "genetic," "developmental," "functional," "architectural," etc., it may be more useful to identify the specific processes responsible for integration. (Zelditch et al., 1990, p. 1744)

Esta aseveración constituye una clara crítica a la sistematización de las distintas restricciones como la propuesta por Sarà (1998, 1999) antes citada.

En el intento de delimitar o identificar qué puede entenderse por restricción de desarrollo, Galis (1999) recurre a un modelo que relaciona número de vértebras cervicales en mamíferos y cáncer. El autor asevera que el número de dichas vértebras es constante y que esta pérdida de variación –respecto a la variabilidad observada en reptiles y aves– se debe a las restricciones de desarrollo, por ejemplo, cambios en la expresión de los genes Hox que conducen a cambios en el número de vértebras cervicales. Estos genes Hox están asociados con problemas neurales y con una susceptibilidad aumentada para casos de cáncer infantil y muertes al nacimiento. Curiosamente estas características son marcadamente menores en reptiles y aves.

De esta manera, el autor afirma que parece existir una restricción evolutiva hacia la variabilidad disminuida en la región cervical de mamíferos. Cabe preguntarse en este punto si es adecuado considerar a las mutaciones que dieron por resultado una disminución de la variabilidad en el número de vértebras en correlación con una fuerte incidencia de cáncer infantil y muertes al nacimiento. Evidentemente se trata de un caso de selección en contra de los ejemplares que presentan variabilidad, por qué entonces llamarlo *restricción* si esos ejemplares no logran sobrevivir. Y, este punto resulta ser clave para comprender la relación entre restricción y selección natural que surge en la literatura.

SOLAPAMIENTO DE LOS TÉRMINOS RESTRICCIÓN DE DESARROLLO Y SELECCIÓN NATURAL EN LA EXPLICACIÓN DE UN MISMO FENÓMENO

Como se señaló en el último párrafo parece existir un solapamiento entre los conceptos de *restricción* y *selección natural*. Esta situación es poco comprensible y aumenta el grado de desconcierto respecto de la utilización del término *restricción*. Según Sarà (1998, 1999) las restricciones de desarrollo representarían un fenómeno opuesto al de selección natural. El autor asevera que las restricciones de desarrollo son producto de la dinámica de la red genética que actúa en el contexto de los campos morfogénéticos y, por lo tanto, representan el resultado interactivo de la autoorganización. Y, estos campos morfogénéticos representan la fuente de las restricciones filogenéticas y, por lo tanto, del cambio del patrón macroevolutivo. Es

evidente que Sarà diferencia entre un proceso creativo o canalizado de cambio evolutivo respecto de un cambio restrictivo o eliminativo como el de selección natural. En este sentido, para Sarà las restricciones están más vinculados con el sentido positivo de la selección natural -tal como fuera propuesto por Darwin en el Origen de las especies-, es decir, con el concepto de canalización de Waddington y con el sentido positivo de Gould vistos anteriormente.

Un aporte interesante para el esclarecimiento de este problema proviene del campo de la filosofía. Así, Amundson (1994) contraponiéndose al argumento de Sarà sostiene que las restricciones de desarrollo son restricciones sobre el proceso de adaptación. Y, que los biólogos del desarrollo, a diferencia de los biólogos evolutivos, intentan explicar el origen de la forma orgánica, por lo tanto, el *explanandum* es la forma y no la función que esta forma cumple, es decir, la adaptación. Si adoptamos la perspectiva de Amundson parecería claro que el aparente solapamiento entre restricción de desarrollo y selección natural deja de ser problemático. Por lo tanto, sólo quedaría preguntarnos acerca de por qué introducir un concepto conflictivo como el de restricción. Sin embargo, la propuesta de Amundson no parece resolver el problema porque él propone que la selección natural también actúa como una fuerza explicativa del origen de la forma orgánica.

En este punto podemos argumentar que tanto las restricciones de desarrollo como la selección natural son esencialmente restrictivas. Además, podría afirmarse que la selección natural constituye una restricción de límites abarcativos impensados. Esto no significa que coincida en asumir el estatus de ubicuidad o de fuerza multipropósito que posee la selección natural de manera acrítica; sino que los biólogos del desarrollo y los sintéticos utilizan de manera análoga ambos conceptos. Este argumento se ve parcialmente fortalecido por Antonovics y van Tienderen (1991) al aseverar que, si se concibe la evolución por selección natural como un modelo nulo, la selección natural se convierte en una restricción.

CONCLUSIONES

A lo largo del presente trabajo se ha argumentado acerca de las limitaciones y equívocos en la utilización del término 'restricción' en biología del desarrollo. A esta deficiencia se agrega la distorsión producida al considerar a la selección natural como una restricción. Se ha demostrado incluso su utilización como términos análogos independientemente que los alcances de ambos sean claramente diferentes. Por otra parte, aun aceptando el concepto de restricción de desarrollo, la explicación basada en este principio no puede dar cuenta de la complejidad observada en los procesos de desarrollo. Esta última situación compromete fuertemente la validez del concepto.

Los datos analizados permiten concluir que las restricciones de desarrollo no cuentan con una justificación empírica ya que, como fue antes argumentado,

numerosos autores reconocen la imposibilidad de aplicar diseños experimentales adecuados. En relación con lo anterior, tampoco se cuenta con una metodología estadística conveniente que permita separar los efectos de sinergia entre variables de la variabilidad intrínseca de las variables en estudio. Cabe mencionar que la aplicación de estadística multivariada ha mostrado graves fallas reconocidas por la mayoría de los autores.

Por otra parte, es notable la confusión terminológica respecto a las restricciones de desarrollo. Una consecuencia directa de esta situación es que parecería que cada investigador utiliza el concepto con un significado acorde a los intereses vinculados con sus investigaciones. Asimismo, el reconocimiento de las particularidades intra e interespecíficas de lo que puede ser conceptualizado como restricción de desarrollo, introduce un escollo para su utilización como un concepto teórico general.

En este sentido, su utilización como sinónimo de selección natural refleja su incapacidad explicativa y, además, constituye un reflejo de ciertos problemas teóricos vinculados con el alcance del concepto de selección natural. La línea argumental que pretendo seguir en este caso es la siguiente: si la selección natural es un principio necesario y suficiente para la explicación de cualquier fenómeno, para qué recurrir a la utilización de un concepto de menor peso para explicar procesos vinculados con las restricciones del desarrollo.

Esta reflexión deja un camino abierto para análisis más profundos que involucren no solamente al principio de selección natural sino también a la misma teoría sintética. Finalmente, por lo visto a lo largo del trabajo, se puede concluir que el término restricción de desarrollo es innecesario y polisémico. Además, su capacidad explicativa es dudosa e intesteable con los métodos científicos actuales. En síntesis, puede considerarse a las restricciones de desarrollo como un artefacto metodológico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMUNDSON, R. Two concepts of constraint: adaptationism and the challenge from developmental biology. *Philosophy of Science*, 61, p. 556—578, 1994.
- ANTONOVICS, J.; VAN TIENDEREN, P.H. Ontoecogenophyloconstraints? The chaos of constraint terminology. *Trends in Ecology & Evolution*, 6(5), p.141-142, 1991.
- GALIS, F. Why Do Almost All Mammals Have Seven Cervical Vertebrae? Developmental Constraints, Hox Genes, and Cancer. *J. Exp. Zool. (Mol. Dev. Evol.)*, 285, p. 19-26, 1999.
- GOULD, S J. A developmental constraint in *Cerion*, with comments on the definition and interpretation of constraint in evolution. *Evolution*, 43(3), p. 516-539, 1989.

- GOULD, S. J. *The structure of evolutionary theory*. Cambridge: Belknap Press, 2002.
- GOULD, S. J.; LEWONTIN, R. The spandrels of san marco and the panglossian paradigm: a critique of the adaptationist programme. *PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY OF LONDON, SERIES B*, 205 (1161), p. 581-598, 1979.
- KLINGENBERG, C. P. Developmental constraints, modules and evolvability. In: HALLGRÍMSSON, B.; HALL, B. K. (eds.). *Variation*. San Diego, Academic Press, 2005.
- MCKITRICK, M.C. Phylogenetic constraint in evolutionary theory: has it any explanatory power? *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 24, p. 307-330, 1993.
- MAYNARD-SMITH, J.; BURIAN, R.; KAUFFMAN, S.; ALBERCH, P.; CAMPBELL, J.; GOODWIN, B.; LANDE, R.; RAUP, D.; WOLPERT, L. Developmental constraints and evolution. A perspective from the Mountain Lake Conference on Development and Evolution. *The Quarterly Review of Biology*, 60(3), p. 265-287, 1985.
- NARITA, Y; KURATANI, S. Evolution of the Vertebral Formulae in Mammals: A Perspective on Developmental Constraints. *Journal of Experimental Zoology (MOL DEV EVOL)*, 304B, p. 91–106, 2005.
- RICHARDSON, M.K.; CHIPMAN, A.D. Developmental Constraints in a Comparative Framework: A Test Case Using Variations in Phalanx Number During Amniote Evolution. *Journal of Experimental Zoology (MOL DEV EVOL)*, 296B, p. 8–22, 2003.
- RONSHAUGEN, M.; MCGINNIS, N.; MCGINNIS, W. Hox protein mutation and macroevolution of the insect body plan. *Nature*, 415(6874), p.914-917, 2002.
- ROSE, M.L.; LAUDER, G.V. *Adaptation*. California, Academic Press, 1996.
- SARÀ, M. Nuove prospettive sul ruolo dei "vincoli" (constraints) nell'evoluzione. *Systema Naturae*, 1, p. 175-194, 1998.
- SARÀ, M. New perspectives on the role of constraints in evolution. *Rivista di Biologia / Biology Forum*, 92, p. 29-52, 1999.
- WADDINGTON, C.H. Canalization of development and the inheritance of acquired characters. *Nature*, 150, p.563–565, 1942.
- ZELDITCH, M.L.; STRANEY, D.O; SWIDERSKI, D.L.; CARMICHAEL, C. Variation in Developmental Constraints in *Sigmodon*. *Evolution*, 44 (7), p.1738-1747, 1990.

LA RELACIÓN DISCIPLINAR ENTRE LA GENÉTICA DE POBLACIONES Y LA PALEONTOLOGÍA EN EL MARCO DE LA TEORÍA SINTÉTICA DE LA EVOLUCIÓN

Guillermo Folguera¹ & Federico di Pasquo²

RESUMEN

En este trabajo se estudia la relación disciplinaria entre la genética de poblaciones y la paleontología analizando las dimensiones epistemológicas, ontológicas y metodológicas. Con ese fin, son reconocidas tres caracterizaciones que se han propuesto en la segunda mitad del siglo XX: dos de ellas realizadas por científicos que formaron parte de la teoría sintética de la evolución, mientras que la restante fue sostenida a partir de la década del 70' por investigadores que cuestionaron estas propuestas hegemónicas. Nuestro análisis muestra que las relaciones epistemológicas presentan importantes diferencias en los tres escenarios estudiados, aunque contrariamente, los aspectos ontológicos y metodológicos en general muestran importantes similitudes en cuanto a la relación entre la genética de poblaciones y la paleontología.

Palabras-clave: genética de poblaciones, paleontología, relaciones disciplinares, metábasis.

THE DISCIPLINARY RELATIONSHIP BETWEEN POPULATION GENETICS AND PALEONTOLOGY IN THE FRAMEWORK OF THE EVOLUTIONARY SYNTHESIS THEORY

In this article, we analyze epistemological, ontological and methodological dimensions of the relationship between genetic of population and paleontology. To this end, we recognize three different positions that were proposed during XX century. Two of them are suggested since researchers of Evolutionary Synthesis. In opposition, another proposal was performed by research workers that inquire about hegemonic positions since the 70's decade. This study shows that while in case of ontological and methodological aspects no differences are detected among analyzed cases, epistemological aspect present important differences among three positions about genetic of population and paleontology relationship.

Kew-words: genetic of population, paleontology, relationship between disciplines, metabasis.

¹ Grupo de Investigación de Historia y Filosofía de la Ciencia. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Argentina. E-mail: guillefolguera@yahoo.com.ar

² Laboratorio de Ecofisiología Animal. Facultad de Ciencias de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos dos siglos, la biología ha sufrido una notable expansión teórica que fue acompañada por la aparición y consolidación de diversas subdisciplinas que proliferaron en su seno (biología molecular, genética, genética de poblaciones, macroecología, por sólo nombrar algunas de ellas). Inevitablemente, la proliferación de estos campos disciplinares condujo a la coexistencia de marcos teóricos diferentes asociados a los fenómenos de la vida. De este modo, fueron estableciéndose relaciones complejas entre algunas de las subdisciplinas, ofreciendo así un desafío interesante para el análisis filosófico.

Ahora bien, ¿cómo abordar esta problemática? ¿Qué tipo de relaciones deben esperarse entre las subdisciplinas que forman parte de la biología? Como el lector atento habrá notado, nos hemos referido a “relaciones disciplinares” en términos generales y no meramente a las relaciones establecidas entre las teorías que componen a las disciplinas. La razón de ello descansa en que el interés de este trabajo no es agotar el análisis sobre los aspectos epistemológicos, sino también estudiar sus características metodológicas y ontológicas, frecuentemente menoscabadas en una parte importante de los trabajos de filosofía de la ciencia. Para ello, se estudiará una de las relaciones disciplinares de mayor relevancia en la biología durante el siglo XX: la dada entre la genética de poblaciones y la paleontología. De esta manera, se propone indagar acerca de las características de esta relación en sus dimensiones epistemológicas, ontológicas y metodológicas. Con este fin, el trabajo se organiza en tres secciones. En primer lugar, se presentará brevemente lo que será entendido como el fenómeno de metábasis en las relaciones disciplinares. En una segunda instancia estudiaremos las características de la relación disciplinar mencionada, según los diferentes abordajes que se presentaron en la segunda mitad del siglo XX. Por último, son presentadas algunas conclusiones generales de la naturaleza de las relaciones disciplinares.

2. “MARCAS” DE ASIMETRÍA: EL CASO DE LA METÁBASIS

Al pensar las relaciones disciplinares en sus diferentes dimensiones (epistemológica, ontológica y metodológica) un primer interrogante es: ¿qué tipo de relaciones asimétricas podemos encontrar? O de otro modo, ¿sobre cuáles elementos debemos centrar nuestra atención de modo de comprender mejor su naturaleza relacional? En esta dirección, un primer elemento que puede servirnos de indicador es la presencia de conceptos y/o de teorías en una disciplina provenientes de otra.

Estos signos o “marcas”, sin embargo, no parecen ser ni indicadores suficientes ni necesarios de una relación asimétrica entre dos disciplinas. De hecho, estas “marcas” se encuentran con cierta frecuencia en la historia de la ciencia, por lo que surge el interrogante acerca de cuándo su presencia ha contribuido efectivamente

al incremento del conocimiento científico. Pese al interés de dicha incógnita, no es sobre él que queremos centrarnos.

De hecho, para los casos analizados obviaremos una valoración acerca de si las incorporaciones han sido exitosas o no, para centrarnos más bien en las implicancias que su inclusión produce sobre la relación establecida entre la disciplina que “importa” y la que “exporta” el concepto y/o la teoría. A esta situación la denominaremos a través del concepto de metábasis, un término “prestado” justamente de otra disciplina, la lingüística. Aunque las acepciones de este concepto son múltiples en la bibliografía, con cierta frecuencia se hace hincapié en que la misma representa un “salto” entre categorías lingüísticas, lo que en nuestro contexto será dado por los desplazamientos de conceptos y/o teorías entre áreas diferentes de investigación.

Esta metábasis de la metábasis, es realizada en este trabajo a los fines de poder profundizar en el análisis de algunas características de las relaciones disciplinares en el seno de la biología que no han ocupado el lugar esperado en una parte importante de las investigaciones del área de la filosofía de la ciencia. Continuemos ahora con el análisis de la relación establecida entre la genética de poblaciones y la paleontología.

3. GENÉTICA DE POBLACIONES Y PALEONTOLOGÍA, UNA RELACIÓN ASIMÉTRICA.

La relación que aquí analizaremos está dada entre dos disciplinas centradas en la problemática de la evolución, eje central de la biología en el siglo XX. Sin embargo, las disciplinas presentan diferencias no sólo en lo referente a su metodología y a las teorías que la conforman, sino también en cuanto a las entidades con las que operan. Mientras que la genética de poblaciones lo ha hecho con entidades correspondientes a lo que podemos entender como niveles jerárquicos inferiores (comprendidos entre los genes y la población), en el caso de la paleontología se analizan entidades propias de jerarquías superiores al nivel específico.

Sin embargo, a los fines de caracterizar las relaciones que presentan ambas áreas en las diferentes dimensiones, debemos reconocer al menos tres tipos diferentes de relaciones que se han propuesto en la segunda mitad del siglo XX. ¿Cuáles son estas tres posiciones? En primer lugar, se presenta la correspondiente a la primera etapa de la teoría sintética de la evolución (TSE), protagonizada por los científicos fundadores, de formación genética tal como T. Dobzhansky, o de formación paleontológica como G. G. Simpson. En la misma parece sostenerse una caracterización de la paleontología como, básicamente, un campo fenoménico.

En segundo lugar, contemporánea a esta primera propuesta, algunas posiciones de menor importancia dentro del ámbito académico, pero de mayor en los

ámbitos de divulgación y de educación universitaria han sostenido que, si bien la paleontología no debe ser reducida a un campo fenoménico, sus teorías deben ser “importadas” de la genética de poblaciones (Cf. Strickberger, 1993; Benton, 1995).

La tercera posición está representada por aquellos investigadores que “reaccionaron” frente a la posición hegemónica esgrimida por los fundadores de la TSE. Esta última posición ha tratado de reivindicar no sólo la naturaleza de un campo fenoménico propio de la paleontología (que también fue cuestionado oportunamente frente al correspondiente de la genética de poblaciones), sino también la necesidad de contar con una base teórica propia. Veamos a continuación los tres aspectos propios de la relación entre disciplinas para cada una de las posiciones mencionadas.

3.1. Relaciones epistemológicas

A partir de las décadas del 30’ y del 40’, el marco teórico de la genética de poblaciones se consolidó dentro del *núcleo duro* de la TSE, desplazando al de otras disciplinas tales como la paleontología o la sistemática (Depew y Werber, 1996; Mayr, 1982). Junto a este desplazamiento, en general se sostuvo una extrapolación de las teorías generadas a la luz de la evolución de las poblaciones (microevolución) a la evolución de los niveles jerárquicos superiores (macroevolución) (Eldredge y Tattersall, 1986). En esta posición, la paleontología fue reducida a la presentación de los fenómenos macroevolutivos que eran analizados desde los propios mecanismos microevolutivos (selección natural, deriva génica, migración y/o mutación) (Bowler, 1998).

De este modo, entre 1940 y 1970, la paleontología reducía su naturaleza disciplinar a la de un campo fenomenológico. Dado que el propio motor darwinista fue la variabilidad de los fenómenos de lo viviente, es la variabilidad la que el neodarwinista intentará ubicar como el material fenoménico a ser explicado. A la variabilidad del pasado, sólo el registro fósil podría dar debidamente cuenta y con él la paleontología encontraba su propio rol disciplinar.

Del mismo modo, la sistemática – una de las disciplinas fundantes de la biología moderna – es la que presenta la variabilidad existente en la actualidad. La paleontología parece ocuparse así, “simplemente” sobre qué hubo, esto es, la variabilidad de la vida a través del tiempo, sin la posibilidad de dar cuenta de las causas eficientes que le dan origen a dicha variabilidad (Folguera y Lipko 2007).

En este mismo período surge una variante de esta posición. Esta alternativa, más cercana a la divulgación o a ámbitos educativos universitarios que propiamente a los sectores académicos, se ha dado al aplicar teorías de la genética de poblaciones (y en ocasiones por medio de una terminología prestada de la ecología de comunidades), no al ámbito poblacional sino a los niveles superiores. Esta segunda posición continúa poniendo el acento en las teorías de la genética de poblaciones, pero ahora incorporándolas al propio *corpus* teórico de la paleontología.

Veamos un caso ejemplar, el análisis realizado por Strickberger (1993) en su libro *Evolución* sobre el ingreso de los mamíferos placentarios a América. En el mismo presenta una aplicación directa de teorías propias de la genética de poblaciones (tal como el caso de la selección natural) a otras unidades que no corresponden a las variantes poblacionales: “La razón el éxito y la diversidad de los marsupiales carnívoros producidos guante su radiación Australiana puede atribuirse a la ausencia de rivales placentarios” (Strickberger 1993, p. 390).

Del mismo modo: “La extinción de los marsupiales se debió parcialmente a la competencia de los placentarios norteamericanos, más avanzados” (Strickberger 1993, p. 392). A partir de una analogía con la selección natural y utilizando una terminología “importada” de la ecología de comunidades (competencia interespecífica), esta posición presenta escenarios selectivos no sólo entre grupos diferentes dentro de una población, sino también entre *taxa* muy alejados evolutivamente. En esta línea argumental, se presentan escenarios en donde una determinada especie posee ventajas adaptativas respecto a otra, o bien que una *taxa* (en el caso analizado el linaje de los placentarios) posee mayores adaptaciones al ambiente que otra (en el ejemplo, los marsupiales). De este modo, esta posición se acerca bastante bien a lo que hemos planteado como metátesis en la primera parte del trabajo, en la medida en que son “importadas” de manera directa teorías de otra área o disciplina.

Diferente es el escenario generado a partir de las propuestas originadas en la década del 70'. Este “movimiento” intelectual que se iniciaba a partir de los trabajos de paleontólogos (Gould, Eldredge, Tattersall, Vrba) y genetistas (Lewontin), intentó cierto “quiebre” con el período anterior centrado en la propuesta que la paleontología cuente con un campo teórico “propio”. A los fines del presente trabajo, debemos centrarnos en las características generales de dicho campo teórico acerca de los mecanismos evolutivos, en relación al propio dado por la genética de poblaciones. En un trabajo anterior hemos abordado las numerosas similitudes que el marco teórico propuesto por los representantes de la década del 70' posee con el conjunto teórico de la genética de poblaciones (Folguera y Lipko 2007). Se trata de la aplicación de términos y teorías análogas (no necesariamente idénticas) a los diferentes niveles jerárquicos, aunque manteniendo en todos los casos un nivel fundante. Es interesante cómo dichas posiciones, aún diferentes a las anteriores, pueden reflejar casos de metátesis, aún con algunas variantes respecto de la anterior. ¿Por qué caracterizar de metátesis la posición de estos autores? ¿Qué razones tenemos para ello? Ciertamente es que la aplicación de ciertas teorías y/o términos que presentan similitudes entre campos diferentes como el de la genética y la paleontología requeriría un estudio minucioso a los fines de reconocer el grado de semejanza entre ambos. Pero creemos que no se debe perder de vista el objetivo inicial aquí planteado: no está en juego un análisis ocioso que busca encontrar diferencias entre las disciplinas, sino más bien nuestro interés está dado en responder

al interrogante de si estamos frente a un caso de similitud lo suficientemente claro como para que la metátesis pueda ser reconocida como tal.

Quizás el caso de mayor renombre dentro de esta problemática haya sido el del mecanismo de *sorting*, el cual presenta un esquema análogo al propio de la selección natural a escala poblacional. En este caso deseamos presentar sólo algunas evidencias que justifican la caracterización de metátesis, tales como la establecida entre selección natural en su versión microevolutiva y la selección de especies, o, en términos más generales el denominado *sorting*. En una de las definiciones se indica que:

Sorting is the pattern of differential survival and/or reproduction of entities. It occurs at levels including genes, cells, organisms, groups, and species. In contrast, selection is the interaction between heritable, varying, emergent characters of individuals and the environment that causes differences in birth and/or death rates of those individuals (Lieberman & Vrba, 1995, p.394.)

Dado que no es nuestra intención presentar aquí las diferencias entre los autores que formaron parte de esta “reacción”, nos basta con que su carácter de “analogía” o de estructura isomórfica esté claramente establecida. Y si acaso persisten ciertas dudas de ello, acudamos a las palabras de los mismos protagonistas:

Next we come to Level II-among-individual organism within individual population (or species). I have used this level (microevolution) as the general model for the structure of phenomenological levels. (Eldredge, 1982, p. 344.)

Más aún, este isomorfismo también puede verse no sólo en lo explicitado por los protagonistas, sino incluso que puede reconocerse por el “tipo” de búsqueda en relación al estudio de los agentes evolutivos. ¿A qué nos referimos? En los autores que encabezaron la reacción de los 70’ aparece como temática central la búsqueda de unidades de selección en los diferentes niveles jerárquicos (ver como ejemplos Eldredge 1982; Gould 1982; Vrba y Eldredge 1984; Vrba y Gould 1986; Lieberman y Vrba 1995). De este modo fue desviado el centro de atención de la unidad de evolución, eje central del pensamiento darwiniano (Lewontin, 2002). Así, sea a través de un planteo de ciertas teorías análogas (tales como el caso mencionado entre selección natural y *sorting*) o bien por el tipo de búsqueda (privilegiando las unidades de selección y no de evolución), estos casos de metátesis se hacen presentes en una posición que se presenta a sí misma como rupturista. Continuemos con la segunda dimensión analizada, la metodológica.

3.2. Relaciones metodológicas

La aparición de la genética permitió la consolidación de una “nueva” metodología dentro de la biología, lograda a partir del uso y análisis de animales que ocupan el rol de modelos vivos. Estos organismos poseen ciertas características privilegiadas: tiempos generacionales cortos, fácil manipulación experimental, a la vez que son capaces de poder dar cuenta de ciertos requisitos epistémicos en cuanto a variables controladas y sucesión de preguntas confirmadas-refutadas en experimentos de corta duración temporal. Pero, ¿acaso era esto exclusivo de la genética? ¿Acaso no pueden encontrarse en otras prácticas disciplinares una metodología semejante o, al menos, comparable dentro de la TSE? Sí, por supuesto.

Pero lo que hace a esta metodología verdaderamente atractiva son justamente sus alcances bajo el supuesto de actualismo. La metodología, de evidente simpleza, lograba responder a las preguntas sobre el curso de los tiempos sin abandonar el tiempo reciente. Así, se logra dar cuenta entonces de los agentes centrales que explican la evolución de lo vivo por medio de una metodología simple y, a la vez, suficiente en la propia indagación biológica. Pero, más aún, según algunos autores la metodología propuesta no se presenta como una virtud disciplinar sino que puede tratarse de un verdadero requisito. Esto puede verse expresado en textos recientes de injerencia en la comunidad científica. Por ejemplo, Futuyma menciona:

Both systematics and paleobiology make important contributions to our understanding of the *causes* – the processes – of evolution. However, understanding the details of evolutionary processes, and performing experiments to test hypotheses about causes, is mainly the realm of subdisciplines that use living organisms as their subjects. (Futuyma, 1998, p.12).

La crítica metodológica hacia la paleontología continuará flotando hasta la actualidad. Sin embargo, esta diferencia metodológica presente entre la genética de poblaciones y la paleontología, no recibirá diferencias en su valoración entre las posiciones, conservándose cierto elogio a los estudios experimentales realizados en condiciones controladas, desde la cual cualquier metodología alternativa devenía en carencia. La repetibilidad, por ejemplo, imposible frente a un sistema de cierta complejidad o en disciplinas como la paleontología, fue sostenida como un requisito por los partidarios de la TSE y sólo ocasional – y fragmentadamente – revisada por los propios protagonistas de “la reacción de los excluidos” (para profundizar las características de esta “reacción” ver Mellender de Araújo 2006).

3.3. Relaciones ontológicas

¿Qué sucedía con la ontología mientras tanto? ¿Qué era apreciado como “real” en este contexto? En términos generales, fue sostenida una asimetría

ontológica entre aquellas entidades correspondientes a los niveles inferiores y aquellas otras propias de los superiores. Así, durante el siglo XX, en diversos ámbitos y momentos fue fuertemente cuestionada la realidad de la especie, del género y de otras entidades de los niveles jerárquicos superiores, y sólo ocasionalmente las propias de los individuos y poblaciones. Más aún, los propios alcances de este compromiso no eran revisados: mientras que los epistemólogos negaban los efectos sobre la práctica científica de un compromiso ontológico con el objeto de estudio, los biólogos privilegiaron entidades correspondientes a los niveles ontológicos inferiores, exacerbados durante el siglo XX.

Una segunda posición fue sostenida por algunos científicos que propugnaron por abordajes de tipo jerárquico. Así, este tipo de abordaje fue dado por medio del concepto de emergencia, siendo una noción que aún evitando el eliminativismo reductivo jamás logró escapar de un esquema de dependencia ontológica clara (Erwin 2000; Fenzl & Hofkirchner 2000).

Una tercera posición, alternativa a las dos anteriores, fue sostenida por algunos de los científicos que formaron parte de la reacción dada en las décadas del 70' y el 80' y encabezada por el propio S. J. Gould. Los investigadores en general defendieron posiciones realistas, comprometidas ontológicamente con las entidades propias de los niveles jerárquicos superiores. Sin embargo, estas posiciones no han proliferado mayormente dentro de la comunidad académica, por lo que cabe el interrogante acerca de sus razones de esta carencia.

Más allá de las posibles relaciones inevitables dadas entre el contexto social y la comunidad académica, pueden encontrarse algunas “marcas” dentro del abordaje realizado que haya contribuido a la no proliferación de un compromiso ontológico respecto a estas entidades dentro de la comunidad de biólogos. Nos referimos a una estrategia demasiado deudora de los niveles fundamentales como para que sea reconocida su independencia. Los abordajes macroevolutivos se centralizaron en hallar a “individuos” sobre los que actúen fuerzas selectivas. Así, las “species are seen as individuals which have births, durations, and deaths and which give birth to other species.” (Vrba y Eldredge 1984, p. 164). De este modo, era ampliado el concepto de “individuo” aún bajo el riesgo de “pagar el precio” de las críticas fuertes originadas por parte de los realistas. Sin embargo, “organismo” e “individuo” se encuentran lo suficientemente cercanas como para merecer aclaraciones:

Por de pronto, la mayoría de autores usa “organismo” para los cuerpos darvinianos (tú y yo) e “individuo” para la unidad de selección generalizada a cualquier nivel jerárquico (al revés que Wilson y Sober). Me abono a esta convención. Por dos razones. La primera es que esta elección representa el uso más común entre los biólogos y los legos (...). La segunda es que la definición técnica de “individuo” en la filosofía académica, y la difusión de esta terminología en la unidad académica, y la difusión de esta terminología en la extensa literatura inspirada por Ghiselin, dan prioridad a “individuo” como término general, y a “organismo” como término restringido. (Gould, 2004, p. 631.)

Es interesante reconocer cómo en este caso también estamos frente a un caso de metábasis. Estos “individuos” están emparentados demasiado a los individuos propios de la microevolución, como para que este “préstamo” sea omitible. De este modo, las dimensiones epistemológicas y ontológicas presentan interesantes nexos que deben ser profundizadas a futuro.

4. Metábasis: “marcas” de las dificultades de concebir una biología plural

La posibilidad de comparar diferentes relaciones disciplinares nos permite profundizar tanto sobre algunas de las características comunes así como en sus diferencias, las que generalmente no suelen ser reconocidas en una parte importante de los trabajos de filosofía de la ciencia.

Los análisis realizados previamente no intentaron ser sólo un ejercicio de análisis filosófico (sin que esto resulte en sí perjudicial), sino que también iban dirigidos a poder comprender aspectos esenciales de la dinámica científica. Así, puede reconocerse que la “reacción de los 70” parece haberse tratado menos de la reivindicación de un nivel jerárquico determinado en todas sus dimensiones (ontológico, metodológico y epistemológico), para tratarse más bien de la búsqueda de una disciplina que no quede simplemente reducida a un campo fenoménico (rol disciplinar que ocupa en la actualidad, por ejemplo, una parte importante de la sistemática).

Del mismo modo, a través de este abordaje hemos podido reconocer algunas características de las posiciones que se presentan alternativas a las corrientes hegemónicas, las que proponen niveles “atenuados”, deudores de un nivel fundamental. En función de lo analizado, estos niveles son generados a la luz de una metábasis, que parece estar asociada con dependencias epistemológicas, ontológicas y/o metodológicas.

Por último: ¿qué nos dicen las relaciones estudiadas en sus diferentes dimensiones? ¿Qué nos sugiere el camino realizado respecto a las relaciones entre las diferentes disciplinas? Siempre reconociendo que para este tipo de abordaje los argumentos decisivos resultan ser más bien escasos, existen signos elocuentes: estamos frente a un escenario de multiplicidad de situaciones epistemológicas, pero de importantes similitudes en los aspectos metodológicos y ontológicos. Esto no deja de resultar significativo: siendo las relaciones epistemológicas marcadamente diferentes en los casos analizados, los aspectos ontológicos y metodológicos en general mostraron importantes similitudes en las diferentes posiciones esgrimidas en cuanto a la relación entre la genética de poblaciones y la paleontología.

De esta manera, se presenta un nivel ontológico fundamental que es susceptible de análisis por medio de experimentos controlados realizados con organismos vivos modelos. La preeminencia de estos campos respecto a la

epistemología, es un camino que se abre para sugerirse casi como un programa de investigación para el tipo de problemática analizada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, A.M. DE Estará em curso o desenvolvimento de um novo paradigma teórico para a evolução? *Ciencias da Vida: Estudos Filosóficos e Históricos*. AFHIC. Associação de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul, Brasil, pp. 1-27, 2006.
- BENTON, M.J. *Paleontología y evolución de los Vertebrados*. Trad. Aurora Gradal D'Anglade. Editorial Perfiles, España, 1995.
- BOWLER, P.J. *Historia Fontana de las ciencias ambientales*. Trad. Roberto Elier. Fondo de Cultura Económica, México, 1998.
- DEPEW, D.J.; WERBER, B.H. *Darwinism Evolving. Systems Dynamics and the Genealogy of Natural Selection*. MIT PRESS, 1996.
- Eldredge, N. Phenomenological levels and Evolutionary rates. *Systematic Zoology* 31, 1982.
- ELDREDGE, N.; TATTERSALL, I. *Los mitos de la evolución humana*. Trad. J. Almena. Fondo de Cultura, México, 1986.
- ERWIN, D.H. *Macroevolution is more than repeated rounds of microevolution*. *Evolution & development*. 2, pp. 78-84, 2000.
- FENZL, N.; HOFKIRCHNER, W. *Emergence and Interaction of Natural Systems*. ECHO IV. 31.7-4.8, 2000.
- FOLGUERA, G.; LIPKO, P. La Teoría Sintética y la población como (única) unidad evolutiva. *Filosofia e História da Biologia 2. Seleção de Trabalhos do V Encontro de Filosofia e História da Biologia*, Fundo Mackenzie de Pesquisa (MackPesquisa), Brasil, pp. 191-202, 2007.
- FOLGUERA, G.; LIPKO, P. Macroevolución: algunas reflexiones sobre su dependencia ontológica y gnoseológica dada en el siglo XX. In: Faas, H.; Saal, A.; VELASCO, M. (eds.). *Epistemología e Historia de la Ciencia, Vol. 13*, Centro de Investigaciones de la Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, pp. 176-181, 2007.
- FUTUYMA, D.J. *Evolutionary Biology*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, 1998.
- GOULD, S.J. Darwinism and the Expansion of Evolutionary Theory. *Science*. 216, pp. 380-386, 1982
- GOULD, S.J. *La estructura de la teoría de la Evolución*. Trad. Ambrosio Gracia Leal. Metatemas. Edit. Tusquets, 2004.
- LEWONTIN, R. *El sueño del genoma humano y otras ilusiones*. Trad R. Íbero. Ediciones Paidós Iberica. Barcelona, 2002.

- LIEBERMAN, B.S.; VRBA, E.S. Hierarchy Theory, Selection, and Sorting. *Bioscience*. 45, pp. 394-399, 1995.
- MAYR, E. *The growth of biological thought. Diversity, Evolution and Inheritance*. Belknap Harvard, 1982.
- STRICKBERGER, M.W. *Evolución*. Trad. Luis Ruiz-Ávila. Ediciones Omega, Barcelona, 1993
- VRBA, E. ; ELDREDGE. N. Individuals, Hierarchies and Processes: Towards a More Complete Evolutionary Theory. *Paleobiology*. 10, pp. 146-171, 1984.
- VRBA, E. ; GOULD, S.J. The hierarchical expansions of sorting and selection: sorting and selection cannot be equated. *Paleobiology*. 12, pp. 217-228, 1986.

A NEUTRALIDADE SUB CONDICIO DA LINGUAGEM DE GOFFMAN

Paolo Totaro¹

RESUMO

Freqüentemente os comentários sobre o trabalho de Goffman aludem a uma neutralidade em suas descrições dos fenômenos sociais. Mas a neutralidade é uma qualidade inalcançável em sociologia e atribuí-la à metodologia de Goffman é um equívoco. Em Goffman, a escolha de um ponto de vista, com a inevitável referência a valores, é sempre presente. Mesmo através dessa escolha consegue colocar o enfoque sobre as características da interação social que ele visa a destacar por meio de representações típico-ideais. Caso se queira chamar de neutral esse tipo de descrição, é preciso especificar que se trata sempre de uma neutralidade com referência a valores, uma neutralidade *sub condicio*.

Palavras-chave: Goffman, Erving, neutralidade da linguagem, epistemologia das ciências sociais.

THE SUB CONDICIO NEUTRALITY OF GOFFMAN'S LANGUAGE

Many comments on Goffman's work allude to his neutrality in describing the social phenomena. But the neutrality is an unattainable quality in sociology and its attribution to Goffman's methodology is a misunderstanding. In Goffman, the choice of a point of view, along with the inevitable reference to values, is always present. Just through this choice he is able to place the focus upon the characteristics of the social interaction he aims to emphasizing through the ideal-typical representations. If someone desires to call neutral this type of approach, it is necessary to specify that it is always about a neutrality with reference to the values, that is a sub-condicio neutrality.

Kew-words: Goffman, Erving, neutrality of language, social sciences epistemology.

INTRODUÇÃO

Os estudos sobre as *instituições totais* representam aqueles nos quais, talvez, de maneira mais clara aparece a conceituação metodológica de Goffman. Desde o começo de *Manicômios, prisões e conventos*, ele destaca os pressupostos metodológicos de seu trabalho, consistentes em procurar *definições* de seus objetos

¹ Professor de Matemática Aplicada, Ministero Istruzione, Itália. Doutorando em Ciências Sociais
Email: paolototaro@libero.it

de pesquisa - e dos termos usados para denotá-los - através de *fatos observáveis*. Com isso não se deve crer que Goffman tenha uma atitude positivista de tipo *formal*. De fato, se de um lado ele procura uma definição, por assim dizer, *empirista* dos objetos, por outro é sempre consciente da dificuldade de definir de maneira objetiva e absoluta qualquer coisa. A própria definição de instituição total é um exemplo disso. Configura-se como algo que não pode conduzir a uma rígida *classificação* entre instituições que são totais e outras que não o são, mas a uma aproximativa *comparação* pela qual poderíamos considerar algumas como totais e outras não. O elemento observável que permite essa comparação é o do “fechamento” da instituição ao mundo externo, sua capacidade de absorver a *totalidade* da vida do indivíduo que lhe pertence.

Toda instituição conquista parte do tempo e do interesse de seus participantes e lhes dá algo de um mundo; em resumo, toda instituição tem tendências de “fechamento”. Quando resenhamos as diferentes instituições de nossa sociedade ocidental, verificamos que algumas são muito mais “fechadas” do que outras. Seu “fechamento” ou seu caráter total é simbolizado pela barreira à relação social com o mundo externo e por proibições à saída que muitas vezes estão incluídas no esquema físico – por exemplo, portas fechadas, paredes altas, arame farpado, fossos, água, florestas ou pântanos. A tais estabelecimentos dou o nome de *instituições totais*, e desejo explorar suas características gerais. (Goffman, 1974, p. 16).

Também quando fala de seu objetivo de “extrair um perfil geral” das instituições totais, ele esclarece que, dos elementos que configurarão esse perfil, nenhum “parece peculiar” a tais instituições e “nenhum parece compartilhado por todas elas” (Goffman, 1974, p. 17). Portanto, embora ele procure *teorizar*, não visa a individuar *propriedades* dos objetos; embora parta das observações de fatos, sua lógica não é a da *indução*. Seu instrumento teórico não é o conceito de *gênero*, alcançado por um processo de abstração, mas o conceito de *tipo* ou, melhor, de *tipo ideal*. De maneira totalmente parecida à lógica do famoso instrumento metodológico weberiano, ele quer teorizar sobre as instituições totais através de elementos que nelas estão presentes de modo muito marcado, extremando suas características úteis para arranjar um perfil ideal delas.

O que distingue as instituições totais é o fato de cada uma delas apresentar, em grau intenso, muitos itens dessa família de atributos. Ao falar de “características comuns”, usarei a frase de uma forma limitada, mas que me parece logicamente defensável. Ao mesmo tempo, isso permite usar o método de tipo ideal, através do estabelecimento de aspectos comuns, com a esperança de posteriormente esclarecer diferenças significativas. (Goffman, 1974).

Essa comparação da metodologia de Goffman com a weberiana é útil para introduzir o nosso argumento. De fato, assim como Weber se encontrou no meio de dois ideais científicos bem estabelecidos e de antiga tradição, como os das ciências *historiográficas* e das ciências *naturais*, ideais opostos entre eles, mas nenhum deles

em grau de satisfazer as exigências da nascente sociologia (Weber, 1974a e 1974b), de maneira parecida Goffman se encontra entre o perigo da prática etnometodológica de não conseguir sair do horizonte cultural do *caso* empírico estudado e o perigo da imposição empírico-analítica de se perder nas abstrações teóricas. De um lado a exigência de *compreender*; do outro a de *explicar*. De um lado, a de entrar no horizonte cultural dos sujeitos estudados; do outro, a de ultrapassar esse horizonte para referências mais gerais, que permitam uma descrição teórica dos fenômenos estudados. Assim como para Weber, as tipologias e a metodologia comparativa parecem ser, para Goffman, a via de saída do *impasse*.

O EQUÍVOCO DA LINGUAGEM NEUTRA

Howard Becker (2004) salienta com precisão o nó problemático do trabalho de Goffman e o faz movendo do problema da linguagem. Antes de mais nada, Becker retoma o conceito de *pré-interpretação* como pano de fundo da questão. Cada fenômeno social é já *interpretado*, pelos atores sociais envolvidos nele, antes da chegada do sociólogo. Cada um desses atores usa uma linguagem descritiva do fenômeno coerente com sua experiência pessoal e com seus interesses nos processos sociais. Se trata, então, de uma linguagem que não pode considerar-se *neutra*. Portanto, o problema é como entrar em um horizonte cultural – o do fenômeno estudado – sem ficar preso nisso, como praticar uma linguagem pré-estruturada para compreender o fenômeno e sair fora dessa linguagem quando teorizar. Se não conseguirmos fazer isto, se ficarmos na *pré-interpretação* do objeto social, assumimos o ponto de vista dos grupos humanos *hegemônicos*, a saber, os grupos que conseguem tornar coletiva *sua versão* dos fatos.

Nessa maneira, nunca poderemos conhecer o que fica detrás da *representação* cultural convencional. “O resultado é uma tremenda dificuldade de se encontrar algo de geral sobre o fenômeno”, além das específicas atitudes morais de grupos e pessoas poderosas na sociedade. Não se consegue atingir a maneira como a maioria dos sujeitos vivenciam no cotidiano o problema estudado e, portanto, não é possível fazer nenhuma *generalização* sobre ele. Isso afasta o pesquisador do conhecimento de tipo científico, sendo que “não se pode fazer ciência sem encontrar o que se possa generalizar” (Becker, 2004, pp. 101-103).

O problema acima destacado é particularmente evidente nas instituições totais. Existe uma clara diferença entre sua *realidade* cotidiana e a representação delas proporcionada pelos órgãos oficiais. A equipe dirigente de tais instituições é o grupo social que deve legitimar tal representação. Diz Goffman:

Quase sempre, muitas instituições totais parecem funcionar apenas como depósitos de internados, mas (...) usualmente se apresentam ao público como organizações racionais, conscientemente planejadas como máquinas eficientes para atingir determinadas finalidades oficialmente confessadas e aprovadas (...). Um freqüente objetivo oficial é a

reforma dos internados na direção de algum padrão ideal. Esta contradição, entre o que a instituição realmente faz e o que oficialmente deve dizer que faz, constitui o contexto básico da atividade diária da equipe dirigente. (Goffman, 1974, pp. 69-70).

Para Becker a solução do problema foi encontrada por Goffman através do uso de “uma linguagem científica antisséptica” e “uma comparação de casos imparciais” (Becker, 2004, p. 108). Ele apresenta vários exemplos do uso “asséptico” da linguagem em Goffman. Um destes é “a palavra ‘escalonamento’ (ao invés de, por exemplo, ‘dominação’) para descrever o típico sistema de autoridade de uma instituição total”. Com esse termo se denota uma estrutura social hierárquica liberando-a de possíveis atribuições de juízos de valor, que, ao invés, o termo denominação poderia implicar. “O termo [escalonamento] é neutro”, confirma Becker. De fato, o escalonamento é um fato observável (“quem dá ordens a quem”), enquanto a dominação “inclui, muito pouco abaixo da superfície, um julgamento sobre a adequação moral do arranjo de ordenamento, o que é sempre mais discutível” (Becker, 2004, p. 104).

Mas pode ser verdadeiramente essa “linguagem neutra”, que, para Becker, Goffman teria construído “para discutir as instituições sociais” (Becker, 2004, p. 109), a verdadeira solução do problema da pré-interpretação acima apresentado? Há muito tempo que a epistemologia e a própria sociologia expressam dúvidas fundadas na possibilidade que uma linguagem possa ser *neutra*, sobretudo quando pensarmos na linguagem *natural*, qualquer seja seu uso, mais ou menos “asséptico”. Habermas (2003) destaca como ao executar a operação de compreensão do saber que se encontra pré-estruturado em seu objeto de investigação, o sociólogo desenvolve uma *mediação* entre o próprio horizonte cultural e o do *mundo da vida* do qual seu objeto pertence. Habermas parte da análise proporcionada por Hans Skjervheim (Habermas, 2003, pp. 190-197). Encarando a comunicação que se gera pela “fala”, é possível considerar fundamentalmente de três maneiras as falas que o Outro pronuncia:

- (1) como “simples sonidos”;
- (2) se compreendemos o significado dos sonidos, como fatos, registrando os dados dos quais o Outro fala, o que diz”;
- (3) podemos *pretender conhecer* o que ele diz e então nos colocarmos frente a suas expressões como algo que pode ser verdadeiro ou falso.

Habermas duvida da possibilidade de deixar separados os pontos (2) e (3), como faz Skjervheim. Ou seja, o cientista social, “nem mesmo quando coleta [registra] experiências comunicativas, tem a opção de conceber o expressar-se do seu interlocutor como um simples fato”. Dessa maneira, a mediação hermenêutica inevitavelmente entra em jogo desde o momento em que nos referimos ao significado das palavras. O único caso em que as mediações do intercâmbio intersubjetivo são deixadas de fora dá-se quando “o intérprete limita-se à observação no sentido

rigoroso do termo”, isto é, quando “ele percebe apenas os substratos físicos das expressões sem compreendê-las”. Assim, o cientista social, se quiser atribuir significado às palavras, deve usar um saber pré-estruturado. Antes de ter analisado e identificado em profundidade tal saber, não pode controlar “em qual medida e com quais conseqüências ele, enquanto participante, interage no processo de comunicação (no qual, contudo, havia ingressado só para compreender) e por isso o modifica” (Becker, 2004, p. 191).

Então, qualquer definição, qualquer significação de um objeto social é o resultado de uma mediação cultural. A sociologia não pode assumir nenhum uso da linguagem como neutro, porque seu próprio ato de conhecimento é um ato social, que tem pressupostos e implicações sociais e que se refere a algum horizonte cultural. O assumir a neutralidade de um meio de significação, implica uma *recepção* passiva de seu significado, implica desconsiderá-lo como *problema sociológico*; com isso a sociologia negligenciaria em sua tarefa específica. Essa ciência nunca pode deixar o plano da *reflexão*, da autoconsciência de si mesma em sua ação investigativa. Deve sempre ser acompanhada pela idéia de que sua tarefa é a de explorar as mediações sociais ligadas a qualquer representação do mundo. Dito pelas palavras de Giddens, sua tarefa fundamental é “a explicação hermenêutica e a mediação das formas de vidas divergentes dentro das metalinguagens descritivas da ciência social” (Giddens, 1978, p. 171).

A REFERÊNCIA A VALORES EM GOFFMAN

Além das argumentações, apresentadas acima, que questionam em geral as pretensões de neutralidade em sociologia, existe uma dificuldade particular em defender a tese de que tais pretensões sejam compartilhadas pela metodologia de Goffman. De fato, uma das referências básicas do trabalho de Goffman sobre as instituições totais é o conceito de *tipo ideal*, cuja lógica se apoia mesmo no postulado inicial de que qualquer objetividade é relativa a valores. O tipo ideal é um dos eixos da solução metodológica weberiana à contraposição entre o ideal da *objetividade* científica (ligado ao conceito de *lei universal*) e o da *interpretação* historiográfica, (ligado ao conceito de *compreensão* do indivíduo em sua singularidade).

O conceito de *valor* se tornou em Weber a chave do problema. As ciências sociais têm como objeto de pesquisa acontecimentos que ganham sentido só em referências a valores, por isso uma pretensão de neutralidade, no sentido de objetividade absoluta, não é defendível nelas. A relação com os valores, para o pesquisador, é uma condição obrigatória.

Portanto, uma pretensão de objetividade científica pode ser colocada apenas sendo conscientes de que na base há uma escolha de um ponto de vista cultural, a saber, que tal objetividade é *sub condicio*. Mas os valores não são apenas uma *limitação* da objetividade, uma negação de qualquer pretensão de neutralidade da

sociologia, eles são, também, a base pela qual os fenômenos adquirem um sentido, são também o código cultural pelo qual os acontecimentos podem ser compreendidos. Sobretudo, sendo que o horizonte cultural definido pelos valores é, mais ou menos, compartilhado, estes constituem o pano de fundo que permite *generalizar*, teorizar em uma certa medida.

Se através dos valores se pode compreender, comunicar, é também por *comparações*, a saber, associações e distinções entre os elementos de uma dada representação do mundo, daquela representação por tais valores proporcionada. O ato da *interpretação* de um acontecimento social não é algo que nasce e morre com aquele acontecimento individual, mas se apóia em referências culturais compartilhadas que geram *construções tipológicas*. As tipologias, em Weber, tornam-se um instrumento de referência teórica através do *tipo ideal*. Quando o cientista social, trabalhando com as tipologias, consegue retirar delas um quadro *ideal*, com um sentido coerente em cada seu aspecto, ele dispõe de uma referência *interpretativa* para uma *multiplicidade* de fenômenos. Dispõe de algo que conserva as conexões de sentido próprias do agir *individual*, embora se refira - enquanto exemplo ideal - a uma *generalidade* de fatos sociais.

Eis que *interpretação* e *generalização* no *tipo ideal* encontram uma *mediação*. A compreensão das *conexões de sentido*, fundamental para a sociologia, pode sair do mundo único e não repetível do indivíduo histórico, para constituir um esquema de análise *geral* do cientista. O reconhecimento de que a relação a valores é inevitável, que a objetividade é *sub condicio*, constitui a virada que conduz ao conceito de tipo ideal e, com isso, à conciliação entre a necessidade de *teorizar*, que é própria de qualquer ciência, e a de *interpretar*, que é própria da sociologia.

Admitir a relação a valores na consideração sociológica dos fatos, não pretender sua neutralidade, é o primeiro passo para usar sabidamente o tipo ideal. Becker acha legítimo atribuir uma neutralidade à linguagem de Goffman destacando que “[ele] nunca usa juízos de valor; não denuncia explicitamente as práticas que suas descrições nos fazem querer denunciar, nem usa adjetivos e advérbios que traíam um ponto de vista negativo sobre elas” (Becker, 2004, p. 104). Mas isso não significa ser neutros, significa apenas não assumir *um* dos pontos de vista sobre os acontecimentos descritos como fosse o único aceitável, o bem frente ao mal. Não é que fora de um ponto de vista expressado por juízos de valores explícitos tenha-se a *neutralidade*. Fora dele pode se ter apenas outros pontos de vista, outros valores, mesmo não sendo acompanhados por abertas declarações de aprovação ou de desaprovação do que se observa. Também quando nos encontrarmos frente à *descrição* mais asséptica, no momento no qual esta permita uma compreensão, já uma pré-interpretação está operando, revelando-se não através de juízos declarados, mas através de *escolhas* entre as possíveis *representações* dos acontecimentos.

O próprio termo “escalonamento”, mencionado por Becker, não é neutro. Com certeza, é um termo que, sendo quase um neologismo, está pouco enraizado na cultura social e, por isso, menos envolvido com a história dos interesses de grupos e classes do que a palavra “dominação”, à qual Becker o compara. Aliás, denota algo

de mais diretamente observável e, nesse sentido, mais objetivo que o conceito de dominação. Porém, de qualquer forma, tenciona valores, pontos de vista. Sua escolha tende a destacar o aspecto *hierárquico* da estrutura social das instituições totais. Goffman poderia ter, por exemplo, usado conceitos nesse sentido mais *neutros* como os de *diversidade de papel* ou de *função*. Mas ele quer focalizar a atenção sobre o aspecto do *poder de controle* interno aos papéis e às funções observadas: “Nas instituições totais, existe uma divisão básica entre um grande grupo controlado, que podemos denominar o grupo dos internados, e uma pequena equipe de supervisão” (Goffman, 1974, p. 18). Um controle que não é simples monitoramento, mas que tende a assimilar-se àquele que o *homo faber* tem sobre os objetos, as coisas inanimadas, um controle que tensiona uma *reificação* do “material humano” com o qual os supervisores trabalham (Goffman, pp. 70-75). O fato de Goffman não exprimir juízos de valores, em termos de *bem* e *mal*, sobre esse tipo de poder, não significa que sua comunicação escape da referência a valores comuns, não significa que não sejam estes o pano de fundo que lhe permite de ser entendido pelos leitores na representação que ele dá dos fenômenos descritos.

Também o termo “fechamento”, que em Goffman mais caracteriza o *perfil* da instituição total e que, por isso, é a base de sua descrição típico ideal, expressa de maneira clara *uma* escolha entre outras possíveis. Por que falar das barreiras que isolam fisicamente as instituições totais (portas fechadas, paredes altas, etc.) como de instrumentos de fechamento e não, por exemplos, como meios para *proteger* os internados da sociedade externa, ou, ao contrário, a sociedade externa dos internados, conforme os diversos casos de instituição total dos quais se trata? Todavia é exatamente assim que muitas pessoas entendem essas barreiras. Quem pode negar que é opinião geral que elas, no caso dos quartéis, tenham a função de proteger de *ataques externos* os militares e não de fechá-los em um lugar? Até mesmo no caso dos presídios, não são poucos os que defendem a tese de que as barreiras que isolam os cárceres tenham a função de proteger a sociedade civil da violência dos presos e que o seu *fechamento* (confinamento) é apenas uma consequência dessa exigência primária. Para falar de fechamento – tanto no caso dos quartéis quanto no dos presídios, atribuindo à palavra o mesmo sentido em ambos os casos – precisa-se deixar de lado o ponto de vista do “proteger” para assumir um outro, como, por exemplo, o ponto de vista usado por Goffman ligado ao conceito dos internados como “material humano” que deve ser *trabalhado* pela equipe dos supervisores.

De fato, a *reificação* das pessoas obtida através da coação exige que essas sejam fechadas em um determinado lugar: para ser fisicamente manipuláveis devem ser privadas da liberdade de afastar-se de uma determinada área que garante essa alcançabilidade física. Apenas assim considerados, quartéis e presídios se tornam realidades homogêneas, caracterizadas por um denominador comum.

Mas o reconhecimento de que a tipificação operada por Goffman é orientada a valores reduz a qualidade científica de seu trabalho? Absolutamente não. Muitas vezes Goffman foi apontado como o herdeiro de Simmel e o melhor interprete

contemporâneo de sua *sociologia formal* (cf. Smith, 2004). Simmel destaca como o ordenamento tipológico, apesar de ser expressão de *uma* maneira de representar o mundo, seja também o meio pelo qual os processos sociais produzem suas formas específicas de generalização e de formalização dos conceitos da experiência intersubjetiva. O máximo nível de formalização científica alcançável pela sociologia se encontra, portanto, mesmo no encaixe cultural por tal ordenamento proporcionado.

Para defender sua tese, Simmel (1973) parte de um ponto de vista kantiano. Kant, como se sabe, funda nas *formas a priori* a capacidade humana de ordenar os dados dos sentidos de maneira espaço-temporal e conforme uma coerência lógica. Este ordenamento não é uma operação da *razão discursiva*, mas é um ato imediato, *intuitivo* da mente, que, enquanto percebe, ordena e que não pode perceber sem, contemporaneamente, ordenar. Ora, também o mundo social, assim como o natural, apesar da extrema variedade e multiplicidade de suas manifestações, tem algo de estável, de comum a todas as experiências que os homens têm daquele mundo, que é o que permite aos homens mesmos a comunicação e a interação. Portanto, para Simmel, parece legítimo perguntar-se “que elementos gerais *a priori* hão de servir de fundamento, que supostos hão de atuar para que os processos singulares, concretos, da consciência do indivíduo sejam verdadeiros processos de socialização” (Simmel, 1973, p. 67).

A resposta para esta pergunta abre a via para considerar o ordenamento tipológico como uma inevitável forma cognitiva dos processos intersubjetivos. A imagem que nós temos de uma pessoa se constitui por semelhança conosco, reconhecendo nela as mesmas experiências que nós mesmos vivemos. Mas disso decorre que nunca podemos alcançar um conhecimento total do outro, porque isto implicaria uma igualdade *perfeita* com ele. A consequência desta impossível identificação total “é, em todo caso, uma generalização da imagem espiritual do outro, uma confusão de contornos que põe em relação com outras imagens, que deveria ser única (...) Apesar de sua singularidade, pensamo-lo [o outro] colocado sob uma categoria que certamente não coincide totalmente com ele” (Simmel, 1973, p. 69). Ou seja, a construção das imagens sociais acontece por tipologias. Construção a qual estamos constringidos pela existência de uma parte dos conteúdos humanos que, por cada um de nós, resulta *alheia*, inalcançável. Então, as tipologias nos fornecem esquemas mentais nos quais enquadrados pessoas e acontecimentos, nos oferecem umas formas *a priori* com as quais conseguimos entender, *ordenar* o mundo social (Simmel, 1973, p. 70).

Como destaca Smith (2004, p. 65), em Simmel há um conflito irreduzível entre a *realidade* e a *vida* de um lado e nosso *conhecimento* do outro, o qual pode oferecer apenas uma representação parcial e idealizada dos objetos de nossa experiência direta:

Há, para Simmel (1973), um conflito essencial entre a realidade e a ‘vida’, e o nosso conhecimento (formado) acerca delas. (...) A realidade social, em sua totalidade e complexidade, é incognoscível, e não está aberta à

“descrição” científica direta. O conhecimento científico é, portanto, inevitavelmente parcial. A produção de conhecimento envolve o ordenamento da realidade pelos conceitos; trata-se, como Simmel observa, de ‘um processo no qual injetamos na realidade uma transformação intelectual *ex post-facto* da realidade imediatamente dada’.

Na visão de Simmel de uma *sociologia formal* essa distância entre realidade e conhecimento se manifesta na *abstração* das formas nas quais se fixa a “sociação”, na idealização delas em configurações típicas. A relação entre *sociologia formal* e *formas* de sociação, que são seu objeto de estudo, é parecida com a que existe entre a geometria e as formas dos objetos materiais. Assim como a geometria abstrai a forma espacial dos objetos concretos representando-os conforme uma perfeição ideal, livre das infinitas *irregularidades* devidas à corporeidade, a sociologia formal “abstrai” das formas típicas de sociação uma representação ideal das mesmas, livre das muitas deformidades ligadas aos “conteúdos” imanentes da real interação humana. Se a tipificação é o *apriorismo* básico pelo qual um ordenamento do mundo social é proporcionado aos atores, é só através da idealização de tais formas típicas que se consegue fixá-las em um modelo bastante estável e coerente para permitir o desenvolvimento do raciocínio teórico. “Os conceitos formais de Simmel são, então, muito similares na concepção (...) aos tipos ideais de Weber” (Smith, 2004).

Para melhor entender a especificidade do movimento que leva à idealização das formas típicas, salienta-se que defini-lo pelo termo “abstração” pode ser desviante. A abstração indica um *isolamento* de elementos comuns a uma multiplicidade de objetos para construir um *universal*. Este último pode não manter as características de objeto, pode ser uma denotação formal que não conserva nada da nossa representação deles. Se definirmos os *metais* como os *condutores elétricos* que não são carvão e que obedecem à II lei de Volta, identificamo-los de maneira objetiva abstraindo deles tais propriedades, mas perdemos, na definição, qualquer referência à representação imediata que temos dos objetos metálicos. Com os tipos ideais isso não acontece, porque nesse caso o processo de idealização *não é uma abstração*, mas uma *extremização* dos conteúdos que se encontram nas tipificações dos valores e da cultura que eles exprimem. O tipo ideal *não é um universal*, mas um *exemplo perfeito* do gênero de objetos a que se refere.

A tipificação está sempre relacionada a valores de referência, mas sua idealização permite fazer teoria, fazer ciência. Valores e teoria, relatividade cultural e ciência são assim duas faces da mesma moeda em sociologia. Os pontos de vista culturais, no próprio momento em que negam qualquer objetividade absoluta, qualquer formalismo universal, proporcionam os materiais trabalhados pela imaginação científica e os processos de idealização teórica. Como a metodologia de Simmel, também a do “seu herdeiro” Goffman mergulha nesse limiar entre forma e conteúdo, nessa consciência de que a relatividade dos valores, dos pontos de vista, é a base sobre a qual construir as representações ideais do material constituído pela sociação. Já nas primeiras páginas da *Representação do eu* (Goffman, 2004, pp. 11-

12) é evidente a função, para os atores, das representações tipológicas. Os participantes de uma interação ordenam suas experiências imediatas dos outros através de uma sistematização dos conhecimentos sociais cujos elementos e cuja construção estão colocadas, em grande parte, além dos conteúdos específicos do *hic et nunc*.

Tomemos o caso de um indivíduo que chegue à presença de outros atores sendo-lhes desconhecido:

os observadores podem obter, a partir de sua conduta e aparência, indicações que lhes permitem utilizar a experiência anterior que tenham tido com indivíduos aproximadamente parecidos com este que está diante deles ou, o que é mais importante, aplicar-lhe estereótipos não comprovados. Podem também supor, baseados na experiência passada, que somente indivíduos de determinado tipo são provavelmente encontrados em um dado cenário social. (Goffman, 2004, p. 11).

Podem também “confiar no que o indivíduo diz de si mesmo ou em provas documentadas que exhibe, referentes a quem é e ao que é”, mas podem fazê-lo apenas se ele é o *tipo* de pessoa confiável e essa - como as outras suas características - só pode ser verificada indiretamente, por meio de confissões ou por meio do que parece ser um comportamento expressivo involuntário que permita atingir o que nele é “verdadeiro” e “real” além das aparências e de classificá-lo em tipologias conhecidas.

Além do mais, se considerarmos o caso de o indivíduo recém-chegado ao cenário da interação ser conhecido pelos outros atores, estes, “em virtude de uma experiência anterior à interação, podem confiar nas suposições relativas à persistência e generalidades dos tipos psicológicos como meio de predizer-lhe o comportamento presente e futuro” (Goffman, 2004). Portanto - quer no caso de o observador não conhecer o indivíduo antes de sua chegada na “cena”, quer no de já conhecê-lo - o ordenamento da experiência do Outro deriva de referências que estão colocadas “além do tempo e do lugar da interação”, em traços típicos que o observador deve individuar ou descobrir nele, podendo estar “dissimulados” pelo seu comportamento voluntário.

A insistência de Goffman, no complexo da *Representação do Eu*, sobre a função *reveladora* que os gestos e as falas *involuntárias* têm para descobrir a *verdadeira* colocação tipológica do Outro, deixa entender a prioridade gnosiológica que as tipologias têm no conhecimento social. A *verdade* da experiência social é apenas a que está em acordo com a ordem tipológica pré-estruturada. O dado comunicado imediata e diretamente pelo Outro não tem validade sem se encaixar em uma *tipificação na qual se acredita*. Colocar-se na posição mais vantajosa possível nessa ordem tipológica é o objetivo de qualquer ator. A descrição da estrutura desse drama, então, não pode não compartilhar com ele o pano de fundo que lhe confere significado. A linguagem não pode não se expressar, desenvolver sua tarefa comunicativa, sem se referir, em uma dada medida, a tal referência tipológica. Caso se queira descrever mais de perto as escolhas interpretativas dos atores, a linguagem

deve atingir seu horizonte de significação; se quiser afastar-se mais do horizonte cultural dos atores, deve atingir a uma tipificação parcialmente externa à interação deles.

De qualquer maneira a descrição acaba por pertencer ao sistema de tipologias. De fato, a própria descrição científica é um fenômeno de sociação que deve participar, de algum modo, ao drama da representação social. Também ela, descrevendo as formas das interações, interage em acordo com uma dada forma. A máxima neutralidade que ela pode alcançar está em referir-se a tipologias interpretativas colocadas o mais distante possível daquelas operantes na interação que é o objeto de sua descrição, mas que, de qualquer maneira, ficam sendo observações geradas de um ponto de vista, de um dos possíveis pontos de vista internos àquele único pano de fundo que é o sistema cultural de uma sociedade. Trata-se sempre de uma neutralidade *sub condicio*.

Não é por acaso que Goffman usa a metáfora da dramaturgia para descrever as estruturas dos fenômenos de sociação. Sendo que o objeto da dramaturgia é a própria *representação*, ele consegue afastar-se o mais possível do ponto de vista dos atores colocando o foque na *estrutura* da representação e não em seu conteúdo. O *jogo do parecer* é desfrutado como a chave narrativa para destacar dinâmicas gerais na interação humana. Contudo, usar uma metáfora para descrever constitui a aberta declaração de que se pode ter a descrição apenas a partir de um ponto de vista, a partir de um tipo de narração, um entre muitos. Goffman, ao estudar as dinâmicas típicas das relações *face a face*, obtém a máxima formalização possível do objeto menos formal possível, o máximo afastamento possível da relação que mais envolve as emoções e a cultura de um sujeito, mas fora do *a priori* tipológico nenhuma comunicação, científica ou não, tem sentido, fora dele nenhuma linguagem pode existir.

CONCLUSÕES

Com frequência se ouve falar de neutralidade da linguagem em Goffman. Com certeza se trata de uma maneira muito superficial de caracterizar a metodologia desse autor. Tomado *sic et simpliciter*, esse tipo de qualificação de sua metodologia constitui um anacronismo epistemológico. Após a virada pós-empirista de Kuhn, Lakatos e Feyerebend e a virada hermenêutica de Habermas e Giddens, na época da afirmação progressiva do pensamento pós-moderno, falar de neutralidade da linguagem parece verdadeiramente uma ingenuidade. É pensável que grandes figuras da sociologia contemporânea – como o citado Becker – quando falam de neutralidade da linguagem em Goffman o façam, na realidade, não porque acham possível que uma linguagem seja neutra, mas para destacar a capacidade desse autor de afastar-se o máximo possível dos *conteúdos* singulares da sociação para ater-se, em máximo grau, a suas *formas* típico-ideais. De fato, Goffman desfrutava da melhor maneira as

soluções metodológicas apontadas por clássicos como Weber e Simmel para ultrapassar a dicotomia entre enunciação teórica e descrição historiográfica, entre objetividade e interpretação, entre explicação e compreensão. Essas soluções se baseiam, em última análise, em olhar aos valores não só como um limite para a objetividade e para a generalização teórica, mas também como um recurso. Os valores, se por um lado tornam relativas as *visões do mundo*, por outro proporcionam a base compartilhada na qual se pode edificar uma limitada objetividade nos processos comunicativos e representativos internos a um grupo humano. O tipo ideal de Weber e o conceito de sociologia formal de Simmel apontam como o sociólogo pode construir representações gerais, narrações com validade teórica, capturando o que de mais enraizado e estável se constitui em um mundo cultural. Não se trata de um processo de abstração do tipo da lógica indutiva, mas de um processo de exemplificação, de idealização dos dados da experiência social.

Se na metodologia de Goffman a escolha de um ponto de vista – e a conseguinte referência a valores – é a condição de sua investigação, seu objetivo é a representação ideal das formas pelas quais tais valores se refletem nos objetos sociais. Em um certo sentido em Goffman – como sempre acontece quando se usam sabidamente os instrumentos hermenêuticos – os meios e os objetos da investigação coincidem. Por um lado, descrevendo as *instituições totais*, ele desfruta o ponto de vista da *reificação*; pelo outro, seu objeto são as maneiras pelas quais essa própria cultura da reificação se fixa nas interações típicas que se geram em tais instituições; o objetivo, em fim, é destacar de maneira típico-ideal as formas que a reificação assume nas concretas dinâmicas sociais. Parte-se da reificação, para voltar às formas pela qual a reificação se realiza, formas expressadas em construções típico-ideais para satisfazer a exigência teórica, assim que seja possível fazer ciência. É obvio que esse esforço de representação ideal deve ser o mais livre possível de juízos de valor e de conteúdos singulares: nesse sentido parece tensionar uma neutralidade descritiva. Mas, na realidade, trata-se de neutralidade apenas no sentido de manter *pura* a representação exemplar das formas nas quais se fixa a sociação, uma representação que, todavia, é preparada pela escolha do ponto de vista e pelos valores que a ela estão ligados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BECKER, H.S. As Políticas da Apresentação: Goffman e as Instituições Totais. In: GASTALDO, E. (org.). *Erving Goffman: Desbravador do Cotidiano*. Porto Alegre: Tomo Editorial, 2004.
- GIDDENS, A. *Novas regras do método sociológico*. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1978.
- GOFFMAN, E. *Manicômios, prisões e conventos*. São Paulo: Perspectiva, 1974.

_____. *A Representação do Eu na Vida Cotidiana*. Petrópolis: Editora Vozes, 2004.

HABERMAS, J. *Teoria dell'azione comunicativa*. v.1, Bologna: Il Mulino, 2003.

SIMMEL, Georg. Requisitos universais e axiomáticos da sociedade. In: FERNANDES, Florestan. *Comunidade e Sociedade*. São Paulo: Nacional, 1973.

_____. *The Sociology of Georg Simmel*. Glencoe, Ill.:Free Press, 1950.

SMITH, G. Instantâneos 'sub specie aeternitatis'. Simmel, Goffman e a sociologia formal. In: GASTALDO, Edison (org.). *Erving Goffman: Desbravador do Cotidiano*. Porto Alegre: Tomo Editorial, 2004.

WEBER, M. L'oggettività conoscitiva della scienza sociale e della politica sociale. In: *Il metodo delle scienze storico-sociali*. Torino: Einaudi, 1974a.

_____. Studi critici intorno alla logica delle scienze della cultura. In: *Il metodo delle scienze storico-sociali*. Torino: Einaudi, 1974b.

ESCLARECIMENTO, AUTONOMIA E EDUCAÇÃO MORAL EM KANT

Henrique José da Rocha¹

CENCI, ANGELO VITÓRIO. *A educação moral em perspectiva: concepções clássicas e desafios atuais*. Passo Fundo: Editora Universidade de Passo Fundo, 2007.

A obra *A Educação moral em perspectiva: concepções clássicas e desafios atuais*, de Angelo Vitório Cenci, é motivada pela pergunta: “Por que educar moralmente hoje?” Cenci considera a importância da filosofia no trato dessa tarefa “pela relevância que a educação moral assumiu em termos filosóficos, pela possibilidade de ser atualizada criticamente a partir da tradição filosófica e pelos desafios colocados a ela pela sociedade contemporânea [...]” (Cenci, 2007, p. 9). Cinco artigos reunidos nessa obra propõem-se a essa tarefa, dentre os quais está o intitulado: “Esclarecimento, autonomia e educação moral em Kant” (Cenci, 2007, capítulo 2), objeto dessa resenha. Com intuito de compreender os problemas que ainda instigam a filosofia a ocupar-se sistematicamente com a educação moral, Cenci volta-se a Kant, reconhecendo-o, como filósofo representante de uma das maiores tradições filosóficas em termos de educação moral: o iluminismo moderno.

No subtítulo “Esclarecimento e autonomia”, Cenci retoma os dois conceitos segundo Kant para, a partir daí, chegar à educação moral e sua dupla finalidade: formar o pensamento autônomo e o caráter. Para chegar ao entendimento de esclarecimento em Kant, Cenci atem-se ao significado de menoridade que para Kant “[...] é a incapacidade do homem de se servir de seu próprio entendimento sem a orientação de outrem [...]” (Cenci, 2007, p. 39) sendo este estado motivado pela preguiça e covardia, faltando ao sujeito coragem para usar a sua própria razão, pensar por si e libertar-se da dependência de outros sujeitos. Essa liberdade é proposta pelo esclarecimento, e esse pensar próprio sem a interferência do outro, se dá através da razão, que pode ser educada.

Cenci lembra que segundo Kant, o processo de esclarecimento é fácil de estabelecer aos indivíduos particulares. “Porém, no que diz respeito a toda uma época, o esclarecimento é um processo muito penoso e demorado [...]” (Cenci, 2007, p. 43). Avante, Cenci defende que esclarecer um povo é educá-lo e apesar de Kant

¹ Mestrando em Educação pela Universidade de Passo Fundo, Bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. E-mail: henriquejosedarocha@ymail.com

reconhecer a educação como o maior e mais árduo problema que pode ser proposto aos homens, somente através dela o sujeito pode se tornar esclarecido e atingir autonomia. Nesse sentido, Cenci aponta que ser esclarecido é ser autônomo ou saber pensar por si mesmo, o que implica nas três máximas do “*sensus communis*” de Kant: “[...] pensar por si mesmo (do iluminismo), colocar-se em pensamento no lugar de qualquer outro (da mentalidade alargada) e pensar de forma consistente (de estar de acordo consigo mesmo)” (Cenci, 2007, p. 46). Aqui, Cenci esclarece ao leitor que Kant está se referindo às questões de opinião e de juízo e não de conhecimento.

No subtítulo “A educação moral”, Cenci busca caracterizar a educação em Kant. Como primeiro item, aborda as duas “dimensões fundamentais da educação”: a física e a prático-moral. A primeira ocupa-se da formação do homem no que diz respeito a sua natureza e subdivide-se em educação do corpo e educação do espírito (intelectual). A segunda desenvolve a liberdade, forma-o como membro da espécie humana e, em última instância, visa à consciência moral racional.

Ainda dentro dos aspectos fundamentais da educação em Kant, Cenci cita os cuidados e a formação. Detalhando melhor esses aspectos dentro de “As formas de ensino” (segundo item). Cenci coloca que a formação pode ser negativa, através do adestramento por meio da disciplina onde não se educa, pois o aluno não aprende a pensar, ou positiva, através da instrução, “[...] cultivo das faculdades que possibilitam alcançar determinados propósitos” (Cenci, 2007, p. 49) e do direcionamento, que para Kant, é a “[...] condução na prática do que lhe foi ensinado” (Cenci, 2007, p. 49).

No terceiro item “Os fins da educação”, abordado por Cenci, o autor lembra que para Kant, o homem deve visar por meio da educação, tornar-se: disciplinado, cultivado, prudente e moralizado e discute mais detalhadamente cada conceito. No primeiro item (primeiro fim da educação), o autor aponta uma das questões-chave de toda a concepção kantiana da educação: a disciplina, pois esta se constitui através da coação, sendo uma das mais fundamentais tarefas da educação preparar a passagem da coação para a obrigação, habituando o educando a suportar que sua liberdade seja submetida ao constrangimento de outro e que, ao mesmo tempo, dirija corretamente a sua liberdade. Cenci cita Salmerón, que contribui a essa perspectiva apontando os dois princípios fundamentais da educação kantiana: “A liberdade como autonomia da vontade e a coação como obediência ao dever” (Cenci, 2007, p. 51).

No segundo item: “A cultura”, Cenci a conceitua, partindo de uma leitura kantiana, como o desenvolvimento ou criação de habilidades em função de um fim, sendo que esta, ainda segundo Kant, “[...] não determina por si mesma nenhum fim, mas deixa esse cuidado às circunstâncias” (Cenci, 2007, p. 51).

Seguindo uma análise pelos fins da educação segundo Kant, Cenci no terceiro item “A prudência”, chega ao entendimento de prudência como uma capacidade do sujeito em usar conhecimentos próprios com inteligência, sendo que esta capacidade confere ao homem um valor público, preparando-o a ser cidadão, o

que lhe permite aprender, segundo Kant, “tanto a tirar partido da sociedade civil para seus fins como a conformar-se à sociedade” (Cenci, 2007, p. 52).

Com o quarto item “A moralização”, Cenci conclui os fins da educação, ou melhor, os objetivos que o homem deve alcançar por meio da educação segundo Kant. O autor destaca que para Kant, o homem torna-se moralizado quando é capaz de guiar-se no pensamento e na ação em direção a atingir os fins (bons ou válidos universalmente, à espécie humana) a que se propõe. Cenci esclarece que “A concepção kantiana acerca da educação moral é orientada pela idéia de humanidade e pela formação do caráter no sentido do amor ao dever; é marcada pela idéia da formação integral do homem” (Cenci, 2007, p. 53) e não deve ser entendida apenas como mais uma etapa do processo formativo, pois deve perpassá-lo.

No subtítulo “A educação prático-moral”, Cenci afirma que a educação moral não pode basear-se na disciplina, pois para Kant “[...] a disciplina ajuda a superar os vícios, mas o objetivo da educação moral é outro: a formação de um pensamento autônomo que lhe permita aprender a agir” (Cenci, 2007, p.53). O autor explica que é por esse motivo que a educação moral não pode ser baseada na disciplina, mas sim no direcionamento que eu dou à minha ação, sendo a disciplina nesse contexto necessária, mas não suficiente.

De um ponto de vista mais específico, Cenci afirma que a educação moral deve visar à formação do caráter, que para Kant refere-se ao que o homem faz de si mesmo, e sua consolidação consiste na convicção de querer fazer algo e colocá-lo realmente em prática. De acordo com Cenci, o caráter possui três traços fundamentais. O primeiro é a obediência ou submissão das leis ao dever. A educação moral prima pela obediência voluntária (capacidade de obedecer a si próprio) que advém do desenvolvimento da razão. Nesse sentido, Kant defende que para se formar um ser racional e autônomo é necessário que a criança seja “[...] levada a obedecer a sua própria razão, de modo que a obediência à razão pode ser associada à máxima de sempre pensar por si mesmo” (Cenci, 2007, p. 56).

Cenci aponta o segundo traço do caráter: a veracidade (associada à dignidade humana) e assinala que Kant a considera aspecto essencial e especial do caráter. Nesse sentido, a mentira é um dos fatores que rebaixam a dignidade humana, por ser uma contradição pessoal, quando a veracidade consiste em estar de acordo consigo mesmo. Aqui, O autor novamente detém-se ao pensamento de Kant ao considerar que a educação moral deve contribuir para que desde cedo o sujeito assuma a idéia de dignidade humana. Sendo isso possível, somente com horror à mentira, pois para Kant, “uma pessoa que mente não tem caráter” (Cenci, 2007, p. 57).

Ao colocar o terceiro traço do caráter: a sociabilidade, Cenci identifica o reaparecimento de um aspecto central da filosofia kantiana: os outros. O autor lembra que conforme Kant, a criança não deve viver isolada, mas sim, mantendo amizade com os outros sendo cuidadosa para com seus direitos e com o espaço do outro.

Em suas considerações finais, Cenci coloca a importante contribuição que a concepção de educação moral em Kant traz para se pensar a educação moral na contemporaneidade, numa perspectiva iluminista. Segundo o autor, basta avaliar o alcance que possuem ainda hoje as idéias kantianas e sua forte influência sobre autores contemporâneos. Ao final de suas considerações, Cenci conclui colocando o papel peculiar que a educação moral possui para Kant “[...] sobretudo na medida em que possibilita ao homem educar-se para a liberdade, pensar por si mesmo, adquirir autonomia [...]” (Cenci, 2007, p. 58) e lembra que essas elevações, constituem a intenção do processo educativo do ser humano, portanto, não devem ser resumidas a uma etapa desse processo, mas evoluir com as gerações indicando a idéia de um processo inacabado que deve ser construído pelos sujeitos.

De acordo com o exposto, pode-se concluir que o texto: “Esclarecimento, autonomia e educação moral em Kant”, de Angelo Vítório Cenci é importante e recomendável a quem busca uma atualização filosófica (na perspectiva iluminista) acerca da educação moral. Uma leitura crítica do texto, pode se constituir em um instrumento no sentido de se compreender os desafios que a sociedade contemporânea coloca à educação moral, para que, a partir daí, possa se chegar ao entendimento de por que educar moralmente hoje.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CENCI, A.V. Esclarecimento, autonomia e educação moral em Kant. In: CENCI, A.V. *A educação moral em perspectiva: concepções clássicas e desafios atuais*. Passo Fundo: Editora Universidade de Passo Fundo, 2007.

NORMAS GERAIS DE PUBLICAÇÃO DE TRABALHOS

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

