

REDES 21

revista de estudios sociales de la ciencia

REDES

*Revista de estudios sociales
de la ciencia*

Vol. 11, N° 21, Buenos Aires,
mayo de 2005

Pablo Kreimer
Editor

Editores Asociados

Rosalba Casas (UNAM, México)
Renato Dagnino (UNICAMP, Brasil)
Diana Obregón (Universidad Nacional,
Bogotá)
Hernán Thomas (UNQ, Argentina)
Hebe Vessuri (IVIC, Venezuela)

Consejo Científico Asesor

Antonio Arellano (Universidad del Estado
de México)
Rigas Arvanitis (IRD, Francia)
Mariela Bianco (Universidad de la
República, Uruguay)
Wiebe Bijker (Universidad de Maastricht,
Holanda)
Ivan da Costa Marques (Universidad
Federal de Río de Janeiro, Brasil)
Marcos Cueto (Instituto de Estudios
Peruanos)
Diego Golombek (UNQ, Argentina)
Yves Gingras (UQAM, Canadá)
Jorge Katz (Chile-Argentina)
Leonardo Moledo (Planetario Bs. As.,
Argentina)
León Olivé (UNAM, México)
Carlos Prego (UBA, Argentina)
Jean-Jacques Salomon (Futuribles, Francia)
Luis Sanz Menéndez (CSIC, España)
Terry Shinn (Maison des Sciences de
l'Homme, Francia)
Cristóbal Torres (UAM, España)
Leonardo Vaccarezza (UNQ, Argentina)
Dominique Vinck (Universidad de
Grenoble, Francia)

Editor asistente

Manuel Alejandro González Korzeniewski
(UNQ, Argentina)

Diseño de portada e interiores

Mariana Nemitz

REDES 21

revista de estudios sociales de la ciencia

ISSN: 0328-3186

VOL. 11, N° 21, BUENOS AIRES, MAYO DE 2005



INSTITUTO DE ESTUDIOS SOCIALES
DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA



Universidad
Nacional
de Quilmes
Editorial

**UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE QUILMES**

Rector
Daniel Gomez

Vicerrector
Jorge Flores

Roque Sáenz Peña 180
(B1876BXD) Bernal
Prov. de Buenos Aires
República Argentina
Tel: (54 11) 4365 7100
<http://www.unq.edu.ar>

**INSTITUTO
DE ESTUDIOS
SOCIALES
DE LA CIENCIA
Y LA TECNOLOGÍA**

Director
Leonardo Vaccarezza

Avda. Rivadavia 2358,
6° piso, depto. 6
(C1034ACP) Ciudad
de Buenos Aires,
República Argentina
Tel./Fax:
(54 11) 4951 2431
Correo electrónico:
iec@unq.edu.ar

REDES

*Revista de estudios sociales
de la ciencia*

REDES es una publicación orientada al estudio de la ciencia y la tecnología y a sus múltiples dimensiones sociales, políticas, históricas, culturales, ideológicas, económicas, éticas. Pretende ofrecer un espacio de investigación, debate y reflexión sobre los procesos asociados con la producción, el uso y la gestión de los conocimientos científicos y tecnológicos en el mundo contemporáneo y en el pasado. REDES es una publicación con una fuerte impronta latinoamericana que se dirige a lectores diversos –público en general, tomadores de decisiones, intelectuales, investigadores de las ciencias sociales y de las ciencias naturales– interesados en las complejas y ricas relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

ÍNDICE

EDITORIAL	11
<i>Pablo Kreimer</i>	
ABSTRACTS	15
ARTÍCULOS	
• ¿Cómo y por qué es importante la tecnología?, <i>Wiebe E. Bijker</i>	19
• Nanotecnología: ¿beneficios para todos o mayor desigualdad?, <i>Guillermo Foladori y Noela Invernizzi</i>	55
• La difícil consecución de la evidencia científica: la evaluación de riesgos de la sacarina, <i>Jordi Vallverdú i Segura</i>	77
DOSSIER	
• Razón, tradición y el carácter progresivo de la ciencia, <i>Michael D. King (1970)</i>	121
NOTAS DE INVESTIGACIÓN	
• La filosofía de la química en la filosofía de la ciencia contemporánea, <i>Martín Labarca</i>	155
• Construir espacios innovativos: la experiencia del trabajo de la “Confederazione Nazionale Artigianato” con los fabricantes de guantes de Napoli, <i>Patricio Narodowski y Nicola Campoli</i>	173
RESEÑAS BIBLIOGRÁFICAS	
• Kreimer, P., Thomas, H., Rossini, P. y Lalouf, A. (eds.), <i>Producción y uso social de conocimiento. Estudios de sociología de la ciencia y la tecnología en América Latina</i> , Julia Buta	201
• Cristina Mantegari, <i>Germán Burmeister. La institucionalización científica en la Argentina del siglo XIX</i> , Paula G. Bruno	209
• Sonia Araujo, <i>Universidad, investigación e incentivos. La cara oscura</i> , Santiago Barandiarán	213
• Vaccarezza, Leonardo Silvio y Zabala, Juan Pablo, <i>La construcción de la utilidad social de la ciencia. Investigadores en biotecnología frente al mercado</i> , Matías Iucci	223
• Catalina Rotunno y Eduardo Díaz de Guijarro (comps.), <i>La construcción de lo posible, La Universidad de Buenos Aires de 1955 a 1966</i> , José Buschini	229
NORMAS PARA LA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	235

EDITORIAL

Durante 2004 *REDES. Revista de Estudios Sociales de la Ciencia* cumplió diez años de existencia, acontecimiento que consideramos digno de celebración dentro del incierto espacio de las ediciones académicas en América Latina, y especialmente significativo si se tienen en cuenta las dificultades por las que en los últimos tiempos debió atravesar la Argentina, incluida la gigantesca crisis que estalló en diciembre de 2001. En el marco descripto, aunque lamentablemente vio afectada su periodicidad, nuestra revista nunca dejó de publicarse.

Hoy, cuando el país parece comenzar, paulatinamente, a emerger de la crisis, proponemos a todos aquellos que se interesan por el desarrollo de la ciencia y la tecnología en los países latinoamericanos comenzar una nueva etapa de consolidación de lo que fue el proyecto original de *REDES*, con una nueva gestión que procura imprimir nuevos ímpetus y actualizar el proyecto original. En 1994, cuando comenzamos a editar la revista teníamos como objetivo central estimular la producción de conocimiento, la reflexión y el debate sobre la naturaleza y el papel de los procesos de producción y uso de conocimientos en América Latina. La propuesta convocaba entonces a los –aún escasos– investigadores de la región para que enviaran sus trabajos a *REDES* como un modo de ir proponiendo nuevos tópicos en la arena pública.

Pero también teníamos otros destinatarios, tal vez más importantes: jóvenes investigadores a quienes se invitaba a integrar un campo –el de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología– con varias décadas de desarrollo en los países industrializados, pero aún incipiente en nuestra región, más allá del notable y esforzado trabajo de aquellos investigadores considerados, de algún modo, herederos “profesionalizados” de la tradición pionera conocida como “pensamiento latinoamericano” en ciencia, tecnología y desarrollo.

Por cierto, al cabo de estos años han sido numerosos los investigadores más jóvenes que fueron interesándose y formándose en diversas instituciones de América Latina. Sus aportes resultan, hoy, notorios en múltiples foros, y serán sin duda mucho más visibles en los próximos números de *REDES*. En este sentido, es muy gratificante observar que en buena parte de los programas de formación, tanto de grado como de posgrado, muy a menudo los artículos de *REDES* integran la lista de lecturas recomendadas por los profesores.

Recuperando, también, el espíritu fundador, nos proponemos incorporar nuevos públicos, en particular los propios productores de conocimientos científicos y tecnológicos de los países latinoamericanos, actores y sujetos fundamentales de los episodios que se encuentran en el centro de interés de la revista. Las científicas y los científicos estuvieron desde siempre convocados

por *REDES*, en razón de un interés común, tanto por el conocimiento del mundo físico y natural como del mundo social y, por sobre todo, por el aporte que esos conocimientos pueden realizar a las sociedades latinoamericanas.

Sin embargo, es deseable que el debate sobre el devenir del conocimiento exceda los campos académicos y pueda sensibilizar a otros sectores de la sociedad, incluyendo a los poderes públicos, las organizaciones y los actores de la sociedad civil y el campo intelectual en general. Finalmente, y en especial, esperamos despertar el interés por conjuntos heterogéneos de actores de América Latina que padecen urgentes necesidades sociales, para las cuales el conocimiento científico y tecnológico podría, bajo ciertas condiciones, aportar algunas soluciones. Nos parece oportuno recordar el texto, hoy clásico, de Oscar Varsavsky, cuando afirmaba que “nuestra ciencia está moldeada por nuestro sistema social. Sus normas, sus valoraciones, sus élites, pueden ser cuestionadas; existen no por derecho divino ni ley de la naturaleza, sino por adaptación a la sociedad actual, y pueden estar completamente inadaptados a una sociedad futura”.¹ De hecho, vivimos hoy el futuro al que se refería Varsavsky, y sus interrogantes parecen interpelarnos todavía.

Existe en la actualidad un “campo de sociabilidad” en América Latina donde los investigadores que trabajan en los estudios sociales de la ciencia y la tecnología debaten frecuentemente, así como foros periódicos de encuentro, como ESOCITE (que ya está organizando su VI reunión bianual) o ALTEC (cuya XI edición se realizará este año), para citar los más significativos. En efecto, estamos en camino de una verdadera institucionalización. Participar activamente en este proceso es un objetivo central de *REDES*.

Como en sus orígenes, nuestra revista seguirá privilegiando la producción de los investigadores latinoamericanos. También se destinará un espacio a la publicación de textos producidos en otras regiones, tanto de artículos inéditos como a la traducción de trabajos originalmente publicados en otras lenguas y que usualmente no están disponibles para los lectores latinoamericanos, lo que forma parte de una estrategia destinada a estimular la lectura y la discusión de problemas que, en un mundo globalizado, no pueden circunscribirse a estrechos límites nacionales o regionales. Además, poner al alcance de los estudiantes aquellos materiales constituye un aporte para la mejor formación de las nuevas generaciones de especialistas en el campo.

Asimismo, esperamos contribuir a que en nuestros países se produzcan no sólo trabajos empíricos que ayuden a comprender sus problemas específicos, sino también aportes teóricos sustantivos, superando la mera idea de “recepción” de marcos teóricos y de abordajes metodológicos producidos en los países más avanzados, para generar aportes conceptuales originales.

¹ Oscar Varsavsky, “Ciencia, política y cientificismo”, Buenos Aires, CEAL, 1971 (2a ed.), p. 40.

En esta nueva etapa queremos enfatizar el carácter de *REDES* como revista con una *efectiva vocación latinoamericana*. En este sentido, a partir de este número se incorporan cinco “Editores Asociados”, quienes comparten la responsabilidad de la revista, y que son el símbolo del proyecto que nos convoca: que *REDES* deje de ser una revista producida en la Argentina y leída ocasionalmente en algunos otros países de la región, para convertirse en una verdadera publicación latinoamericana. Quiero entonces agradecer muy especialmente a Hebe Vessuri, del IVIC de Venezuela, a Rosalba Casas, de la UNAM de México, a Diana Obregón, de la Universidad Nacional de Colombia, a Renato Dagnino, de la Universidad de Campinas, Brasil, y a Hernán Thomas, de la Universidad de Quilmes, Argentina, por acompañarnos como Editores Asociados en esta etapa, aportando en el trabajo su experiencia, su entusiasmo y sus críticas. También deseo destacar el apoyo de la Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes, del Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (UNQ), por su sostén constante, y de Leonardo Vaccarezza, su director.

A partir de este número, *REDES* retomará su periodicidad original de 3 números por año. Esta decisión, de difícil implementación, fue largamente meditada. Finalmente, la confianza en la calidad y en la cantidad de las contribuciones de los colegas latinoamericanos nos decidió a asumir este compromiso, que esperamos honrar produciendo una publicación que cumpla con los más altos estándares de calidad académica y de amplitud temática, teórica y disciplinaria, y con el compromiso con los problemas de las sociedades y del papel que en ellas desempeña el conocimiento científico y tecnológico.

Pablo Kreimer
Mayo de 2005

WHY AND HOW TECHNOLOGY MATTERS

WIEBE E. BIJKER

Abstract

Technology matters to policymaking and politicians, and it should, thus, matter to political studies scholars. In this article, I argue why and how this is the case, and what consequences could it have for political studies. My central argument in this article will be that neither technology or politics can be defined simple and neat way, both: can be very different things in different contexts. Worse, its “definitions” are interdependents: technology and politics constitute each other in an important degree. The implication of this argument is that answers to the questions about “how” and “why” technology matters to politics are closely tied; and that this answers are also related to answering about politics’ influence on technology. It only makes sense to discuss the relations between technology and politic in a contextual way, related to specific circumstances.

KEYWORDS: CONSTRUCTIVISM – TECHNOLOGY – TECHNOLOGICAL CHANGE – TECHNOLOGY AND POLITICS

**NANOTECHNOLOGY: PROFIT TO ALL
OR BIGGEST UNEQUALITY?**

GUILLERMO FOLADORI | NOELA INVERNIZZI

Abstract

Nanotechnology promises to be the next technological revolution. The actual market of nanoparticles, while presently minimal, is expected to increase substantially in the next decade. Although it is frequently presented as a clean and beneficial technology, nanotechnology is raising considerable debate. Controversies over the health and environmental impacts have rapidly emerged. Potential military uses raise ethical concerns. The need for regulation

of the production and commercialization of nanoproducts, and also for a greater participation in the orientation of Science and Technology, have provoked profound discussions.

Given the above issues, this article focuses on the potential economic impacts of nanotechnology and, specifically, its potential impact on the distribution of wealth, a topic scarcely considered in the literature.

KEYWORDS: NANOTECHNOLOGY – TECHNOLOGICAL REVOLUTION

THE HARD OBTAINING OF SCIENTIFIC EVIDENCE: RISK EVALUATION ON SACCHARIN

JORDI VALLVERDÚ I SEGURA

Abstract

When exist divergences about the causality of an event, or about the minimum evidence level required during the analysis of a fact, appear scientific controversies. Risk assessment implies a multidisciplinary scientific practices approach, which difficult consens and initiate controversies. Their clausure is strongly difficult. This paper studies one case study that embraces a long historical period between the discovery (1876) and safety statement (2000) of saccharin, the first artificial synthetic sweetener of history. Through the case, the author proposes the reflexion about difficulties appeared when we want to find clear causal relationships and consensus about scientific evidence inside risk assessment processes.

KEYWORDS: CAUSALITY – EVIDENCE – CONTROVERSY – RISK ASSESSMENT – SACCHARIN

**THE PHILOSOPHY OF CHEMISTRY INSIDE THE
CONTEMPORARY PHILOSOPHY OF SCIENCE**

MARTÍN LABARCA

Abstract

On the basis of the reductionistic assumption, according to which chemistry can be completely reduced to physics, chemistry is usually considered as a mere phenomenological discipline and, as a consequence, a science of less prestige than physics. Such an assumption has delayed the rising of the philosophy of chemistry as a sub-discipline of the philosophy of science. Fortunately, this situation has begun to change in the last years: the philosophy of chemistry has become a field of a fast development. In the present paper, the main paths of research followed in the contemporary philosophy of chemistry are reviewed, and the potential benefits to the chemical education from the works of philosophers of chemistry are discussed.

KEYWORDS: PHILOSOPHY OF CHEMISTRY – REDUCTIONISM – MODELS AND CHEMICAL EXPLANATIONS – EDUCATION IN CHEMISTRY

**BUILDING INNOVATIVE SPACES: THE WORK
OF THE “CONFEDERAZIONE NAZIONALE
ARTIGIANATO” EXPERIENCE WITH THE
NAPOLI GLOVE MAKERS**

PATRICIO NARODOWSKI | NICOLA CAMPOLI

Abstract

In this paper we have analyzed the fundamental elements of the local systems approach as a way to understand the associative forms existing between firms, and the impact on the generating innovative processes, in a city like Naples, where these kind of experiences never have been generalized. In particular, we have studied the work that the “Confederazione Nazionale

Artigianato” (CNA) realized with the gloves’ maker, and the consortium constituted by a group of them. The case is very interesting because in a very difficult context, this entity is trying to change the years of insufficient mobilization.

The approach used gives importance to particular processes in construction of social space. The central idea is to generate a lot of experiences, also if they are limited and insignificant. It’s the first step to stimulate the proliferation of innovative processes, considering the context parameters. We are interested in the “local systems approach” because of the actual influence this approach has in the debate about the development policies. We want to see also its possible utilization in difficult situations, like the Argentine reality, where the industrial structure has a lot of problems and the institutions are inefficient to help in the necessary change.

KEYWORDS: INNOVATION – DEVELOPMENT – TERRITORIES – CONSORTIUM

¿CÓMO Y POR QUÉ ES IMPORTANTE LA TECNOLOGÍA?*

WIEBE E. BIJKER**

RESUMEN

La tecnología es importante para la elaboración de políticas y para los políticos, y debería por tanto, importarle a quienes realizan estudios políticos. En este artículo, argumentaré por qué esto es así, y qué consecuencias podría tener para los estudios políticos.

El argumento central en este artículo será que ni la tecnología ni la política pueden ser definidas de manera simple y nítida: ambas pueden ser cosas muy distintas en diferentes contextos. Más aun, sus “definiciones” son interdependientes: la tecnología y la política se constituyen mutuamente en un grado importante. La implicación de este argumento es que las respuestas a las preguntas sobre “cómo” y “por qué” la tecnología influye sobre la política están estrechamente conectadas; y que estas respuestas también están vinculadas con el modo en que se responde la pregunta sobre la influencia de la política en la tecnología. Sólo tiene sentido discutir la relación entre tecnología y política de un modo contextual, relacionándolas en circunstancias específicas.

PALABRAS CLAVE: CONSTRUCTIVISMO – TECNOLOGÍA – CAMBIO TECNOLÓGICO – POLÍTICA Y TECNOLOGÍA

INTRODUCCIÓN

La tecnología es importante. Las bicicletas coadyuvieron en la emancipación social y política de las mujeres (Bijker, 1995), la tecnología de la fotografía y del cine indujeron una forma sutil de *apartheid* (Wacjman, en prensa); la existencia de las armas nucleares y la producción de energía nuclear dieron forma, por ejemplo a través de los tratados de no-proliferación, a las relaciones internacionales a partir de los años 1950 (Smit, en prensa); desde los años

* Título original: “Why and How Technology Matters?”, en Goodin, R. y Tilly, C. (eds.) (en prensa), *Oxford Handbook of Contextual Political Analysis*, Oxford University Press. Traducido por Alfonso Buch, José Buschini y Alberto Lalouf y reproducido con la amable autorización de Wiebe E. Bijker. Las citas corresponden a los textos incluidos en las referencias bibliográficas, independientemente de la existencia o no de versiones de tales textos en español.

** Profesor en la Universidad de Maastricht.

de 1920 construir puentes con poca luz sobre la calle desalentó la circulación de autobuses en las avenidas, evitando el ingreso del transporte urbano al exclusivo parque público de Long Beach (Winner, 1980).

La política también es importante para comprender el desarrollo tecnológico. El refrigerador, tal como hoy lo conocemos (esto es: alimentado por electricidad en vez de gas), comenzó a funcionar debido al juego de poder político en torno de la conveniencia de los productores de electricidad y de gas estadounidenses en la década de 1920 (Cowan, 1983); las políticas de género dieron como resultado la píldora anticonceptiva femenina, en lugar de la masculina (Oushdoorn, 2003; Wacjman, en prensa); el desarrollo técnico de los sistemas balísticos antimisiles sólo puede ser entendido a partir del análisis de la dinámica de las relaciones políticas internacionales entre los Estados Unidos y la Unión Soviética (Smit, en prensa); los puentes de Long Island son deliberadamente bajos, debido a la política de segregación racial y social que sostenía su diseñador, Robert Moses: “los pobres y los negros, quienes normalmente usan el transporte público, fueron mantenidos lejos de las avenidas debido a que los autobuses de doce pies de altura no podían circular bajo los puentes” (Winner, 1980: 23).

La tecnología es importante: para la gente, para el planeta y para quienes buscan el beneficio económico; es importante también para la elaboración de políticas y para los políticos, y debería, por tanto, ser importante para quienes realizan estudios políticos. En este artículo argumentaré por qué esto es así, y qué consecuencias podría tener para los estudios políticos.

Antes de discutir de qué manera y por qué la tecnología es importante para la política, parece prudente definir qué entiendo por “tecnología” y por “política”. Aunque la próxima sección ofrecerá una respuesta preliminar a esta cuestión, mi argumento central en este artículo será que ni la tecnología ni la política pueden ser definidas de manera simple y nítida: ambas pueden ser cosas muy distintas en diferentes contextos. Más aun, sus “definiciones” son interdependientes: la tecnología y la política se constituyen mutuamente en un grado importante como dos caras de una misma moneda. La implicación de este argumento es que las respuestas a las preguntas sobre “de qué manera” y “por qué” la tecnología influye sobre la política están estrechamente conectadas; y que estas respuestas también están estrechamente vinculadas con el modo en que se responde la pregunta sobre la influencia de la política en la tecnología. Argumentaré que sólo tiene sentido discutir la relación entre tecnología y política de un modo contextual, tomando en cuenta las circunstancias específicas. Las declaraciones generales, tales como “toda tecnología es política” o “toda política es tecnológica” pueden ser ciertas, pero no son de gran ayuda.

¿QUÉ ES LA TECNOLOGÍA?

Aunque un argumento importante de este capítulo será que los límites entre tecnología y ciencia, sociedad, política, etc. son contingentes y variables, tenemos que empezar por algún lugar. Para ello será útil distinguir tres niveles de significado en la palabra “tecnología”. En el nivel más básico, “tecnología” refiere a un conjunto de objetos físicos o *artefactos*, tales como computadoras, autos, o máquinas para votar (nótese el sesgo de género) (Wacjman, en prensa). En el siguiente nivel, también se incluyen *actividades* humanas, tales como en “la tecnología de voto electrónico”, donde también se hace referencia al diseño, la fabricación y el manejo de este tipo de máquinas. Finalmente, y más cercano a su origen griego, “tecnología” refiere a *conocimiento*: se trata tanto de aquello que la gente conoce como de lo que hace con las máquinas y los procesos de producción relacionados. Usar “tecnología” en estos tres sentidos permite ser más específico que cuando se lo emplea como un concepto contenedor en un nivel macro, como por ejemplo “la modernización política [...] incluye los cambios actuales en las políticas y los gobiernos, en los estados y países individuales, derivados de cambios fundamentales en la tecnología” (Graham, 2001: 9963).

Estos tres niveles comprenden los significados más comunes de “tecnología”. Sin embargo, no son suficientes para mi discusión sobre el papel de la tecnología en la política y, especialmente, en las teorías políticas. Es importante reconocer que –en el contexto de estos significados habituales de tecnología– pueden ser utilizadas diferentes *concepciones* de la tecnología. Estos conceptos difieren en los presupuestos subyacentes acerca del desarrollo tecnológico (a menudo implícitos) y en la relación entre la tecnología y otros dominios sociales. Distinguiré dos concepciones: los conceptos clásicos y los constructivistas de la tecnología.

CONCEPTOS DE TECNOLOGÍA

La imagen clásica de la ciencia y la tecnología fue el enfoque dominante entre los estudiosos de la tecnología y la sociedad hasta la década de 1980, y aún hoy es ampliamente sostenida por ciudadanos, políticos y gestores. En este enfoque, el conocimiento científico es objetivo, libre de valores y descubierto por especialistas. La tecnología, de igual modo, es una fuerza autónoma en la sociedad, y su funcionamiento es una propiedad intrínseca de máquinas y procesos técnicos.

Algunas de las implicaciones de esta visión son positivas y reconfortantes. Así, por ejemplo, el conocimiento científico aparece como un candidato pro-

minente para resolver todo tipo de problemas. En el terreno del pensamiento político esto lleva naturalmente a propuestas tecnocráticas, donde la tecnología es vista como un fin en sí mismo, y donde los valores de eficiencia, poder y racionalidad son independientes del contexto. La imagen clásica acepta que la tecnología puede ser empleada negativamente, pero de esto deben ser culpados los usuarios, no la tecnología en sí misma. No es sorprendente que esta imagen nos plantee algunos problemas. Para algunas preguntas, por ejemplo, no tenemos aún el conocimiento científico correcto. Una adecuada aplicación del conocimiento es, en este enfoque, también un problema. El papel de los expertos es problemático en una democracia: ¿cómo pueden los expertos ser reconocidos por los no-expertos? ¿Cómo pueden los no-expertos confiar en los mecanismos que se supone deben salvaguardar la calidad de los expertos?; y, finalmente, ¿cómo pueden los expertos comunicar su conocimiento esotérico a los no-expertos? En el terreno de la tecnología, un problema adicional es que las nuevas tecnologías pueden crear nuevos problemas (hecho que, se espera, será resuelto en poco tiempo por tecnologías aun más nuevas). El problema más apremiante, sin embargo, relacionado directamente con el tópico central de este capítulo, será explicado con mayor claridad introduciendo el concepto de “determinismo tecnológico”.

La visión clásica de la tecnología implica una concepción determinista a propósito de la relación entre tecnología y sociedad. El determinismo tecnológico comprende por lo tanto dos elementos: sostiene que 1) la tecnología se desarrolla autónomamente, siguiendo una lógica interna que es independiente a las influencias externas; y 2) que la tecnología configura a la sociedad a partir de su impacto económico y social. El determinismo tecnológico implica, por lo tanto, que la tecnología *no* es muy relevante para la política o para la teoría política. La escasa relevancia que la tecnología tiene para la política en un enfoque determinista sólo remite a su impacto social. Después de todo, si el desarrollo tecnológico es realmente autónomo, no puede estar sujeto a controles “externos” bajo la forma de debates políticos o de la elaboración de políticas. De esta manera, bendiciones y maldiciones tecnológicas simplemente ocurren como “caídas del cielo”, y la política sólo puede esperar anticipar estos desarrollos y efectos, y preparar a la sociedad para ello (Winner, 1997). Si aplicamos esto, por ejemplo, a la carrera armamentista nuclear: “En nuestros momentos más sombríos, el mundo nuclear parece haber sido una fuerza tecnológica ciega fuera de control, siguiendo su propio curso independientemente de las necesidades y los deseos humanos” (MacKenzie, 1990:383). Una reacción clásica a este diagnóstico fue –al menos en una mirada retrospectiva– el establecimiento de la Oficina de Asesoramiento Tecnológico anexa al Congreso de los Estados Unidos en 1972 (Bimber, 1996). Volveré sobre este punto más adelante.

De cualquier modo el determinismo tecnológico genera debilidad desde el punto de vista político y es empíricamente incorrecto. Especialmente desde la década de 1980, muchos estudios de caso históricos y sociológicos han mostrado que la tecnología es moldeada socialmente (MacKenzie y Wacjman, 1999). En el caso de la carrera armamentista nuclear y, más específicamente, del desarrollo técnico orientado al incremento de la precisión de los misiles, los argumentos empíricos contra el determinismo tecnológico son terminantes: “Existe una forma alternativa de cambio tecnológico, que no es menos progresiva, pero donde el progreso tiene un significado ligeramente diferente. Su base institucional es la navegación aérea civil y militar, donde la precisión extrema es poco valorada, pero no así la confiabilidad, la productividad y la economía” (MacKenzie, 1990: 385).

Este trabajo empírico en la historia y en la sociología de la tecnología ha dado paso a una concepción alternativa de la tecnología: el enfoque constructivista. Hacia las décadas de 1970 y 1980, la investigación empírica detallada sobre las prácticas de los científicos e ingenieros dio lugar a la formulación de una perspectiva constructivista sobre la ciencia y la tecnología. Este trabajo realizado por sociólogos, historiadores y filósofos se hizo conocido bajo los nombres de “sociología del conocimiento científico” (*Sociology of Scientific Knowledge* –SSK–) y “construcción social de la tecnología” (*Social Construction of Technology* –SCOT–) (Collins, 1985; Collins y Pinch, 1998; Bijker, Hughes y Pinch, 1987; Bijker y Law, 1992).

Las concepciones basadas en la idea de la conformación social insisten en que la tecnología no sigue su propio *momentum*, ni un camino racional orientado por las metas y por la mecánica problema-solución, sino que adquiere su forma a partir de factores sociales. En el enfoque SCOT, los “grupos sociales relevantes” son el punto de partida para el análisis. Los artefactos técnicos son descritos a través de los ojos de los miembros de los grupos sociales relevantes. Las interacciones al interior de, y entre, grupos sociales relevantes, pueden dar diferentes significados al mismo artefacto. Así, por ejemplo, para los líderes de los sindicatos un reactor nuclear puede ejemplificar un entorno de trabajo casi completamente seguro, con escasas posibilidades de accidentes laborales, si se lo compara con lugares donde se construyen edificios o puertos. Para un grupo de analistas en relaciones internacionales, el reactor probablemente represente una amenaza debido a que permite la proliferación nuclear, mientras que para la ciudad vecina los riesgos de emisiones radioactivas y los beneficios de su empleo se disputarán la preeminencia en la asignación de un significado. Esta demostración de la flexibilidad interpretativa es un paso crucial en pos de argumentar en favor de la posibilidad de la existencia de una sociología de la tecnología, demostrando que ni la identidad de un artefacto, ni

su “éxito” o “fracaso” técnicos, son propiedades intrínsecas del artefacto, sino que están sujetos a variables sociales.

En el segundo paso de la metodología SCOT, el investigador observa cómo la flexibilidad interpretativa disminuye, debido a que los significados atribuidos a los artefactos convergen y algunos ganan dominio sobre otros –y, finalmente, un artefacto resulta de este proceso de construcción social. Aquí los conceptos clave son “clausura” y “estabilización”. Se supone que ambos conceptos describen el resultado del proceso social de construcción. La “estabilización” pone el énfasis en el proceso: un proceso de construcción social puede tomar muchos años en los cuales los grados de estabilización se incrementan lentamente hasta el momento de la “clausura”. “Clausura”, un concepto proveniente de la sociología del conocimiento científico (SSK), pone el foco en el punto final de un proceso discordante, en el cual los diversos artefactos existieron uno junto al otro.

En el tercer paso, los procesos de estabilización descritos en el segundo paso son analizados y explicados interpretándolos en un marco teórico más amplio: ¿Por qué un proceso de construcción social sigue este curso, en vez de aquel otro? El concepto central aquí es el de “*technological frame*”. Un *technological frame* estructura las interacciones entre los miembros de un grupo social relevante, y da forma a sus pensamientos y a sus actos. Es similar al concepto kuhniano de paradigma, aunque con una diferencia importante: “*technological frame*” es un concepto aplicable a todo tipo de grupo social relevante, mientras que “paradigma” fue desarrollado exclusivamente para comunidades científicas. Un *technological frame* se construye cuando comienzan las interacciones “en torno a” un artefacto. De este modo, las prácticas existentes guían la práctica futura, aunque sin una determinación lógica. Por lo tanto, el movimiento cíclico deviene: artefacto → *technological frame* → grupos sociales relevantes → nuevo artefacto → nuevo *technological frame* → nuevo grupo social relevante → etc. Habitualmente, una persona estará incluida en más de un grupo social y, como consecuencia, en más de un *technological frame*. Por ejemplo, los miembros del “Comité Femenino para la Construcción de Viviendas” en los Países Bajos están incluidos en los marcos tecnológicos de constructores, arquitectos y funcionarios públicos masculinos –lo que les permite interactuar con estos hombres en el proceso de dar forma a las viviendas públicas. Pero al mismo tiempo muchas de esas mujeres son incluidas en el *technological frame* feminista, que les permite formular alternativas radicales al modelo habitacional dominante en Holanda, basado en el *technological frame* de los constructores masculinos (Bijker y Bijsterveld, 2000). Extendiendo este concepto, Lynn Eden ha empleado el concepto de “*organizational fra-*

mes” para explicar por qué en su plan de armamento nuclear el gobierno de los Estados Unidos se concentró en el daño producido por un proyectil de gran precisión, subestimando sistemáticamente, y hasta ignorando, el daño producido por un sistema fundado en la destrucción masiva (Eden, 2004). (Adelantándome a lo que plantearé más adelante, su estudio muestra que para entender las políticas estatales también es necesario ahondar en las políticas de agencias, servicios y compañías privadas –las distinciones entre “tipos” o niveles de política no se adecuan a la práctica política, y por ello uno debería ser cuidadoso cuando usa este tipo de distinciones en las metodologías y en las teorías).

Antes de usar la concepción constructivista de la tecnología para responder a las preguntas sobre por qué y cómo la tecnología importa, hay otro tópico a discutir: ¿a qué clase de tecnología nos estamos refiriendo?

¿TECNOLOGÍAS ESPECÍFICAS?

El nudo de mi argumento será que *todas* las tecnologías son importantes para la política y para la teoría política –desde las pirámides del Antiguo Egipto hasta el transbordador espacial en los Estados Unidos modernos, desde Internet hasta los planes de vivienda, y desde las armas hasta las máquinas para votar. Sin embargo, algunas tecnologías son, a primera vista, diferentes debido a que son *propuestas* explícitamente para jugar un papel político, y, por tanto, han sido estudiadas por científicos políticos. La utilización de nuevas tecnologías de comunicación e Internet para mejorar los procesos democráticos es el ejemplo más reciente (Hague y Loader, 1999). Hacker y Van Dijk definen la democracia digital como

[...] una colección de intentos para practicar la democracia sin los límites de tiempo, espacio y otras consideraciones físicas, usando tecnologías de la información y la comunicación, o comunicación mediada por computadora, como un anexo, pero no un reemplazo a las tradicionales prácticas políticas “analógicas” (Hacker y Van Dijk, 2000: 1).

El concepto de “democracia digital” ilumina el hecho de que no se trata de una forma absolutamente diferente de democracia, que rompe con todas las prácticas establecidas en tiempos y lugares particulares (como lo sugiere el término “democracia virtual”), ni de una confianza ingenua en la democracia directa (tal como ocurre en la teledemocracia), ni de algo idéntico a experiencias previas con la radio y la televisión (tal como podría sugerirlo el término “democracia electrónica”), o que sólo ocurre a través de Internet (tal como lo sugiere el término “ciberdemocracia”).

El impacto de las tecnologías digitales sobre la democracia (y, luego, sobre la política y la ciencia política) es a menudo sobrevalorado cuando se la presenta como solución a problemas actuales de legitimidad política (por ejemplo Barber, 1990 [1984]). Pero también es subestimada cuando los cambios implícitos fundamentales en las prácticas políticas no son reconocidos.

Desde hace mucho tiempo la política es un problema de habilidades verbales, capacidades de gestión y del arte de la negociación. Es una rutina colectiva de habladores y organizadores. En la democracia digital esta rutina podría transformarse en una práctica de gente trabajando principalmente como individuos frente a pantallas y terminales, buscando páginas, leyendo y analizando información, y formulando o respondiendo preguntas. Se encamina a convertirse en una rutina de habilidades simbólico-intelectuales, más que en una práctica organizacional o verbo-intelectual (Van Dijk, 2000: 21).

Esto podría tener consecuencias bastante distintas para diferentes modelos de democracia. Para responder la pregunta acerca del modo en que la tecnología es importante para la política, argumentaré de manera insistente en la importancia de la especificidad de diferentes tecnologías, contextos y sistemas políticos: lo que funciona en los Estados Unidos no necesariamente lo hace en Europa, y viceversa. Van Dijk hace exactamente eso cuando discute los diferentes modos en que la democracia digital podría tomar forma cuando son vistos en el contexto de los modelos de democracia de Held (Van Dijk, 2000); Hagen hace lo mismo a partir de seguir las discusiones sobre la democracia digital en diferentes culturas políticas *nacionales* (Hagen, 2000).

En algunos casos, la tecnología es importante en política debido a que es, explícita y deliberadamente, “política por otros medios”. Éste es el caso, claramente, de la tecnología militar (Smit, en prensa). Desde la doctrina de “disuasión” de Truman, las estrategias nucleares de la Guerra Fría y el impenetrable “escudo de la paz” de la Iniciativa de Defensa Estratégica, el

[...] tema clave del discurso del mundo cerrado fue la supervivencia global y el control a través del poder militar de alta tecnología. Las computadoras hicieron ver el trabajo del mundo cerrado simultáneamente como tecnología, sistema político e ilusión ideológica (Edwards, 1996: 1).

Del mismo modo, muchas sofisticadas formas contemporáneas de control social y político de la sociedad civil, están enraizadas en el desarrollo de tecnologías. Gran parte del control contemporáneo se encuentra mejor simbolizado por la noción de manipulación que por la de coerción, por chips

computarizados que por barrotes de prisión, y por filtros invisibles que por esposas o armas. Un incremento en la sofisticación técnica de estas tecnologías de control implica a menudo ser más abarcativo, penetrante y remoto; a menudo ello ocurre por mecanismos involuntarios y sin la conciencia o el consentimiento del sujeto (Fijnaut y Marx, 1995; Lyon, 2003).

En otros casos la tecnología es importante para la política debido a que ha devenido en algo tan altamente politizado que difícilmente alguien podría pensar en ignorarla o en cuestionar su dimensión política. El poder nuclear es un ejemplo claro. El hecho de que los reactores nucleares puedan ser operados de modo tal que produzcan material fisible hasta alcanzar usos militares los hace políticos en un sentido casi trivial. Pero hay más cosas involucradas. Por ejemplo, esta posibilidad de producir material bélico no necesariamente debe ser una decisión política explícita, pero puede estar presente en el diseño del reactor. En el caso de Francia, esto dio por resultado la producción de plutonio a una escala que permitía la producción de un arma antes de que el gobierno hubiera decidido construir una bomba atómica:

La flexibilidad en el principio básico de los reactores de grafito-gas significa que pueden producir tanto plutonio como electricidad. Cuan bien hagan una cosa como la otra dependía del diseño específico. Pero el hecho de que pudiesen hacer ambas cosas, hizo posible la producción de plutonio a escala bélica en el reactor de Marcoule antes de que el gobierno decidiera oficialmente construir la bomba atómica. Esta flexibilidad también hizo posible, para la CEA (la agencia de Energía Atómica Francesa) demandar plutonio a los reactores EDF's (la empresa estatal francesa de producción de electricidad): por lo tanto las tecnologías podrían no sólo establecer agendas políticas, sino también hacer posible nuevas metas políticas (Hecht, 1998: 334).

Existe otro lazo entre la tecnología nuclear y la política, sumada a la conexión militar, en el papel que juega la energía nuclear en la política económica general y en la imagen nacional. A propósito del proyecto nuclear "civil" francés Hecht concluye:

El [reactor] EDF1 fue importante no sólo porque produciría electricidad económicamente viable, sino también porque constituyó el primer paso en un programa nuclear institucionalizado que establecía y fortalecía la ideología utilitaria y las prácticas de contratación industrial. En esta instancia, como en muchas otras, las características técnicas del EDF1 eran inseparables de sus dimensiones políticas. Si el EDF1 no hubiera funcionado apropiadamente, o si los ingenieros y los trabajadores hubieran sido incapaces de acu-

mular una adecuada experiencia operacional del reactor, la planta hubiera fallado tanto técnica como políticamente (Hecht, 1998: 335).

El poder nuclear puede ser sindicado también como una “tecnología inherentemente política” en tanto presupone un estado autoritario, sino totalitario (Winner, 1986). Ningún gobierno puede ya soñar con delegar a un grupo de ingenieros una decisión a propósito de la instalación de una planta nuclear, planteando que esa tecnología nuclear es una tecnología meramente neutra. Hoy semejante decisión es ampliamente reconocida como política, e involucra discusiones acerca del riesgo social, la salud pública y las relaciones internacionales.

Sin embargo, el ejemplo de la tecnología nuclear muestra la dificultad de argumentar que una tecnología es más política que otra. Seguramente no todos aceptan el enunciado de que un estado nuclear se convertiría inevitablemente en un estado policial cerrado y totalitario; ciertamente, algunos ingenieros aún creen que una decisión acerca de instalar una planta nuclear se realiza mejor sobre la base de argumentos técnico-económicos, no corrompidos por la política. Y, por esta razón, también las armas y los proyectiles han sido denominados como neutrales y apolíticos: quien los dispara es político, y no la tecnología. Por otro lado, los planteos acerca de la importancia para la economía y la identidad nacionales han sido formulados también para otras tecnologías –por ejemplo, para las infraestructuras ferroviarias y la biotecnología– (Dunlavy, 1994; Gottweis, 1998). Otras tecnologías han sido etiquetadas políticamente, aunque a primera vista no lo parecían. Clasificaciones tales como la Clasificación Internacional de Enfermedades son tecnologías poderosas: “ancladas en infraestructuras que trabajan, se vuelven relativamente invisibles sin por ello perder nada de su poder” (Bowker y Star, 1999). La bicicleta fue política en manos de las mujeres sufragistas.

Hacia el final de esta sección, en la cual pasé revista a tecnologías que parecían específicamente relevantes para la política, sólo puedo concluir, por tanto, que todas las tecnologías son importantes para la política y para la teoría política, todos “los artefactos tienen política” (Winner, 1980). Sin embargo, esto no amerita declaraciones generales y abstractas acerca de la relación entre la política y la tecnología. La otra lección a partir de la discusión previa de las “tecnologías políticas” es que las tecnologías son importantes de manera diferenciada. Antes de dar cuenta de las diferentes respuestas a esta pregunta acerca de la naturaleza de la relación entre la tecnología y la política, la noción de política también debe, sin embargo, ser abierta.

¿QUÉ ES LA POLÍTICA?

He planteado ya que el determinismo tecnológico induce a la pasividad; el determinismo político también puede hacerlo. Esto se refiere a la idea de que

[...] lo que ocurre es el resultado de las decisiones tomadas por el Estado. En ocasiones una persona específica (tal vez el presidente) o un colectivo (tal vez la “elite político-militar”) parece representar el Estado. Pero en todos los casos el tipo de explicación es el mismo. Se concibe el Estado a semejanza de un individuo, un tomador de decisiones humano y racional, que tiene objetivos, y elige los medios [...] para alcanzarlos (MacKenzie, 1990: 395).

En este apartado no intentaré ofrecer una revisión comprehensiva de los diferentes significados de “política” pues en un lugar como éste sería como acarrear arena al desierto. En cambio, quiero recordar que los conceptos de “política” y “democracia” tienen un espectro de significados diferentes en contextos diferentes tan amplio como lo tiene el concepto “tecnología”: sólo a partir del reconocimiento de esta amplitud podremos cosechar los frutos potenciales de estudiar la relación entre tecnología y política. En lugar de revisar los textos de científicos políticos sobre estos temas discutiré cómo los investigadores en ciencia, tecnología y sociedad han conceptualizado la política en sus trabajos.

El meollo de la cuestión ha sido bien sintetizado por MacKenzie en su reacción al determinismo político mencionada previamente. Sea para explicar la elección entre estrategias de arrasamiento de ciudades o de neutralización de la capacidad de ataque del enemigo, entre construir misiles o bombarderos, o entre conseguir extrema precisión o poseer mayor poder destructivo,

[...] para explicarlo siempre tuve que desagregar “el Estado” identificando las a menudo conflictivas preferencias de sus diferentes componentes tales como las distintas fuerzas armadas o incluso subgrupos en el interior de estas instituciones. Por lo tanto no debe pensarse el Estado como una unidad. Habitualmente también tuve que desagregar la idea de “decisión” identificando múltiples niveles en el proceso político, cada uno de ellos conduciendo a un resultado, pero no necesariamente a algún tipo de coherencia global (MacKenzie, 1990: 396).

Por lo tanto, ésta es la agenda para este apartado: desagregar las nociones de política y democracia tal como son usadas en los estudios de tecnología. (Aunque me limitaré a estudios de tecnología, casos similares pueden encontrarse en estudios de *ciencia* y política: Bal y Halffman (1998), Collins y

Evans (2002), Guston y Keniston (1994), Guston (2000), Guston (2001), Halfman (2002), Jasanoff (1990), Nowotny, Scout y Gibbons (2001).

Entonces, política puede referir, en primer lugar, al sistema político de la democracia moderna. El funcionamiento del conocimiento, la transparencia y la responsabilidad civil en una “epistemología civil de la moderna constitución política de la democracia” basada en la filosofía política de Jefferson, Paine, Priestley y Tocqueville recibe, por ejemplo, un nuevo énfasis cuando se destaca el papel de la tecnología:

[...] la creencia de que los ciudadanos vigilan al gobierno y que el gobierno hace visibles sus acciones a los ciudadanos es, entonces, fundamental para el funcionamiento democrático del gobierno. El cambio de la proyección del poder a través de la pompa y el esplendor, a la proyección del poder a través de acciones que son literalmente técnicas o al menos metafóricamente instrumentales es, en este contexto, la respuesta al gusto que Tocqueville atribuye a los ciudadanos democráticos por “lo tangible y lo real”. El significado político de actuar técnicamente en el terreno democrático se basa precisamente en la supuesta anti-teatralidad de la tecnología (Ezrahi, 1995: 162).

Por lo tanto, la tecnología es vista como produciendo y sosteniendo un moderno concepto democrático del poder visible, cuyo ejercicio parece abiertamente controlable por el gran público. Volveré a discutir la política en este nivel general de cultura política, pero primero investigaré las implicaciones de esta “epistemología civil de la moderna constitución política de la democracia” para el papel del conocimiento y la expertiz en la política.

En segundo lugar, por lo tanto, la política es también conocimiento y expertiz, especialmente en la sociedad moderna, que es tan profundamente técnica y científica. Y como la expertiz técnica ha sido tradicionalmente un dominio masculino, la política es también política sexual –lo que refleja el carácter de género de la propia tecnología– (Wajcman, 2004). Otro aspecto importante es cómo relacionar conocimiento experto con deliberación política; una respuesta a esta cuestión es la tecnocracia. El apelativo “tecnócrata” fue bastante neutral hasta la Segunda Guerra Mundial, pero luego adquirió un sentido peyorativo. En los albores de la Revolución Francesa, los científicos y los ingenieros construyeron la tecnocracia sobre la distinción radical entre política y tecnología:

[...] la ciencia universalista y el carácter conflictivo de la política continúan por caminos separados y se institucionaliza la distinción entre hechos y valores. A través de esta separación aparente de medios (tecnología) y fines (política), los tecnócratas tenían la esperanza de configurar la relación entre el Estado y los

ciudadanos en términos amorales y devolver la autoridad sobre la vida tecnológica a las oficinas donde servían como funcionarios (Alder, 1997: 302).

Pero después de 1945 este apelativo se volvió contra la élite técnica: el término tecnócrata pasó a señalar a

[...] alguien que había violado el límite, que había pasado de su área de expertiz al dominio de la toma de decisiones políticas. Los peligros inherentes a la violación de este límite eran considerables; en primer lugar, y principalmente, representaba la capitulación de la democracia ante la tecnocracia (Hecht, 1998: 28).

Desde este punto de vista, tecnocracia significa el reemplazo de los políticos por expertos –tanto expertos financieros y administrativos como técnicos y científicos. Las discusiones acerca de la tecnocracia parecen haberse abandonado desde los años de 1960, y sin embargo, en otros escenarios y con otros vocabularios, la política de la expertiz y el papel de la expertiz en la política son todavía –o son nuevamente– temas centrales. El primero se refiere al papel del asesoramiento científico en la política y la legislación; el segundo está vinculado con recientes experimentos sobre democratización de la tecnología.

En este sentido, y en tercer lugar, la política es asesoramiento científico. Los consejeros científicos y técnicos juegan un papel tan dominante en la política de nuestra sociedad moderna que han sido apodados “la quinta rama”, sumándolos a las tres ramas clásicas del Estado y a la cuarta del servicio civil (Jasanoff, 1990). La política de la ciencia regulatoria, o más precisamente el trabajo en la frontera entre la ciencia, la tecnología, la legislación y la política, se ha convertido en un punto focal de investigación (Bal y Halfman, 1998; Halfman 2002). Estas investigaciones se focalizan sobre este trabajo fronterizo (Gieryn, 1983; 1999): el trabajo que realizan científicos, diseñadores de política, funcionarios civiles y políticos para distinguir política de tecnología para luego vincularlas nuevamente en términos específicos. Los fundamentos ontológicos de estos estudios sobre la construcción de las fronteras son completamente opuestos a los supuestos básicos subyacentes en la tecnocracia. En tanto la tecnocracia se basa en la asunción positivista de que la tecnología y la política son cosas fundamentalmente diferentes y pueden distinguirse claramente, estos estudios fronterizos trabajan sobre el supuesto constructivista de que son *hechas para ser* diferentes, dando como resultado diversas distinciones de acuerdo con contextos específicos. Esta perspectiva constructivista también ofrece una explicación de la “paradoja de la autoridad científica” en nuestra moderna sociedad del conocimiento, lo

que es inmediatamente relevante para la política y para la teoría política: por un lado vivimos en una “cultura tecnológica” en la cual la ciencia y la tecnología son dos constituyentes ubicuos de la fábrica social, incluyendo la política y las instituciones políticas; por otro lado vemos que la autoridad de los ingenieros, los científicos, los doctores y los expertos en general ya no es dada por supuesta. ¿Cuáles son las consecuencias para la toma de decisiones políticas?, ¿cómo hacen las instituciones asesoras tales como la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos o el Consejo Holandés de la Salud, para ofrecer con éxito asesoramiento científico a los políticos si no son capaces de reclamar una autoridad intrínsecamente neutral en el tiempo y el espacio? Estos organismos asesores mantienen su autoridad científica a través de un permanente trabajo de generación de fronteras y no a causa de alguna característica institucional intrínseca propia o de su posición entre la política y la ciencia/tecnología (Hilgartner, 2000; Bal, Bijker y Hendriks, 2002).

El cuarto significado de política que quiero discutir también se relaciona con la expertiz, pero en este caso con la expertiz de quienes no son científicos ni especialistas en tecnología. Éste es un tema importante en un momento en el que la idea de democratización de la política se traduce en la necesidad de incrementar la participación pública. Este interés en la participación fue dominante en los estudios de la tecnología en la década de 1990 y todavía sigue siendo un tema importante. Sus orígenes se remontan a los estudios de controversias de los años de 1970 (Nelkin y Brown, 1979; Nelkin y Pollak, 1979), los estudios de democracia industrial de los años de 1980 (véase más adelante), y, por supuesto, a un cuestionamiento más general de las instituciones democráticas establecidas en las décadas de 1980 y 1990 (Bijker, 2002). La mayor parte de estos trabajos se refieren al alegato de Barber por una “democracia fuerte” (Barber, 1990 [1984]). El argumento más explícito en lo que puede denominarse un manual para una nueva sociedad puede encontrarse en el texto de Sclove, *Democracy and Technology* (Sclove, 1995). Cuando se demanda la participación pública en la formulación de la política tecnológica, es pertinente plantear si el público posee la expertiz tecnológica necesaria para evaluar las diferentes alternativas. La cuestión de la expertiz de los participantes legos en los procesos democráticos es casi irresoluble si se la enfoca desde una perspectiva positivista, por lo que la solución tecnocrática es delegar tales decisiones a los expertos.

Como he expuesto previamente, desde una perspectiva constructivista esto es visto de un modo diferente. Los análisis constructivistas del conocimiento científico y la expertiz técnica han demostrado que tal expertiz no es intrínsecamente diferente de otras formas de expertiz. La conclusión enton-

ces es que los grupos de no-científicos y no-ingenieros poseen, antes que ninguna, otras formas de expertiz, y que usar el apelativo “lego” opuesto a “experto” no es apropiado (Bijker, 1997). Esto no excluye la posibilidad de que tales grupos de participantes adquieran expertiz técnica y científica, tal como ha sido documentado para grupos de pacientes en investigación sobre SIDA y para usuarios mujeres en arquitectura y diseño urbano (Epstein, 1996; Bijker y Bijsterveld, 2000). Recientemente, los filósofos de la tecnología se han basado en el pragmatista John Dewey, “cuya temprana articulación de los problemas de combinar participación y representación continúa siendo pertinente” (Feenberg, 2001: 140). Ya en los años de 1920, Dewey postuló la necesidad de cambios radicales en las instituciones democráticas para adecuarlas a lo que llamaba “la era de la máquina”. Dewey definía al público en general como conformado por “todos aquellos que son afectados por las consecuencias directas de transacciones, a tal extremo que se juzgue necesario prever sistemáticamente sus consecuencias” (Dewey, 1991 [1927]: 15-16). La definición de público de Dewey, ¿respalda los reclamos por mayor democracia directa y participación ciudadana o, en cambio, enfatiza la necesidad de concentrarse en el proceso de deliberación política?:

Lo que caracteriza para Dewey aquello que está involucrado en la política democrática occidental no es una forma institucionalizada específica y fija, como las elecciones libres o el sistema parlamentario. La democracia, leemos en Dewey, es precisamente el flujo constante y la experimentación con distintas formas políticas que son estimuladas por los debates espontáneos, que construyen diferentes colectivos y que se articulan entre sí (Gomart y Hajer, 2003: 56-57).

Luego, al referirme a las sub-políticas, retomaré la argumentación sobre la participación política de los grupos de “otros expertos”.

Un quinto significado de política –pero a esta altura del texto está claro que los distintos significados desagregados del término política se superponen y entrecruzan– está centrado en los grandes proyectos técnicos. Muchas de las actuales controversias políticas están relacionadas con decisiones acerca de tales grandes proyectos –desde trabajos de infraestructura como aeropuertos, líneas férreas o redes de agua potable, hasta grandes plantas para producción de energía o tratamiento de efluentes. Como gran parte del público general es afectado por estos planes, el reclamo por participación pública es fuerte. Al mismo tiempo, existe también el temor de que el efecto NIMBY (*Not In My Back Yard* –“No en mi patio trasero”–) obstruya el proceso de toma de decisiones políticas al punto de dañar la imagen pública del proyecto (Gerrard, 1994; Piller, 1991). Incluso los estudios que no se centran

específicamente en la cuestión de la participación típicamente destacan las dimensiones políticas de los grandes sistemas técnicos (Abbate, 1999; Hughes *et al.*, 2001; Summerton, 1994; Mayntz y Hughes, 1988; Hughes y Hughes, 2000). Como observa Thomas Hughes, el padre fundador de los estudios históricos sobre grandes sistemas tecnológicos:

[Estas tecnologías] dan lugar al entrelazamiento de una multitud de intereses políticos y económicos subordinados. Entrelazada con intereses económicos y políticos particulares, la tecnología está muy lejos de ser neutral (Hughes, 1983: 318-319).

Y concluye sus tres estudios de caso acerca de la distribución de la electricidad: “En Chicago, la tecnología dominaba la política; en Londres, ocurría lo contrario; y, antes de 1914, en Berlín había coordinación de poder político y tecnológico” (Hughes, 1983: 461-462).

Otra manera importante de relacionar la política con la tecnología es a través de la democracia industrial. En trabajos de la década de 1980 se vinculaba la investigación-acción realizada por los gremios con perspectivas más amplias de democracia social y de democratización de la sociedad:

[...] hoy la democratización debe verse como un objetivo primario estratégico de los movimientos sociales y gremiales. Es la precondition para un posterior avance social. Más aun, parece [...] ser la única respuesta viable al desafío industrial de efectuar la ruptura con el Fordismo, y el inmediato desafío político planteado por el neoliberalismo” (Mathews, 1989: 220).

En un principio, la mayor parte de estos trabajos estaban ligados con la democracia en el nivel de los talleres, pero Mathews lo relaciona con estrategias de democratización más amplias, asociando a los trabajadores y a los ciudadanos como agentes del cambio social. En los años de 1990 el centro de atención continuó siendo el cambio hacia esta perspectiva social más amplia (Sclove, 1995).

El séptimo significado de política que quiero discutir trasciende las perspectivas previas sobre democracia industrial y democracia directa, y nos regresa al nivel macro de la sociedad y la política cultural. En la “sociedad del riesgo” de Ulrich Beck, la política adquiere un significado muy diferente si se la compara con la teoría política clásica (Beck, 1986; 1992). Según Beck, los conceptos de Marx y de Weber de “industrial” o de “clase social” deben ser sustituidos ahora por el concepto de “sociedad del riesgo”. La cuestión central de la política ya no es la producción y la distribución de bienes sino el riesgo:

¿Cómo pueden ser prevenidos, minimizados, dramatizados o canalizados los riesgos y los peligros que se producen sistemáticamente como parte de la modernización? Donde se presentan finalmente bajo la forma de “efectos colaterales latentes”, ¿cómo pueden ser limitados y distribuidos de manera tal que no obstruyan el proceso de modernización ni excedan los límites de lo que es ecológica, médica, psicológica y socialmente “tolerable”? (Beck, 1992: 20).

En este caso el papel de la tecnología es analizado específicamente a raíz de los riesgos que provoca. Los riesgos, especialmente los asociados con la radiación ionizante, la polución y la ingeniería genética, son centrales: sus daños frecuentemente son irreversibles, su calidad de ser invisibles al ojo humano y el hecho de que sus efectos sólo son identificables por el conocimiento científico (y así, abiertos a la definición y a la construcción sociales) obliga a una nueva evaluación de la política en la sociedad del riesgo. En lugar de la distribución de bienes, como ocurría en la sociedad de clases, la distribución del riesgo es lo que hoy determina las relaciones sociales y de poder.

Esto tiene implicaciones para nuestra concepción de la política: “Una consecuencia central (...) es que el riesgo se convierte en el motor de la *auto-politización* de la modernidad en la sociedad industrial; más aun, en la sociedad del riesgo, *el concepto, el lugar y los medios de la política*, cambian” (Beck, 1992: 183. Cursivas en el original). En la sociedad industrial, el ciudadano es en parte un *citoyen*, ejerciendo sus derechos democráticos en las arenas de la deliberación política y la toma de decisiones; y en parte un *bourgeois*, defendiendo los intereses privados en los campos del trabajo y los negocios. De forma correspondiente, en la sociedad industrial se ha generado una diferenciación entre los sistemas político y técnico. Los efectos negativos de un sistema se compensan en el otro: “El progreso reemplaza al sufragio. Más aun, el progreso reemplaza los cuestionamientos, un tipo de consentimiento que persigue objetivos y consecuencias que permanecen innominadas y desconocidas” (Beck, 1992: 184). Las inequidades de la sociedad de clases, el alto desarrollo de las fuerzas productivas y la científicización de la sociedad y los dramáticos efectos globales negativos de la tecnología producen una transformación radical de la relación entre lo político y lo no-político:

[...] los conceptos de lo político y lo no-político se desdibujan y requieren una revisión sistemática. [...] por un lado los derechos usuales establecidos limitan la libertad de acción *dentro* del sistema político y dejan las nuevas demandas de participación política *fuera* del sistema bajo la forma de una *nueva cultura política* (grupos de iniciativas ciudadanas y movimientos sociales) (Beck, 1992: 185, cursivas en el original).

El cambio social no se debate en el parlamento o lo decide el Poder Ejecutivo, sino que es creado en los laboratorios y en las industrias microelectrónica, nuclear y biogenética. Estos desarrollos tecnológicos pierden así su neutralidad política, aunque al mismo tiempo continúan siendo protegidos del control parlamentario: “El desarrollo tecno-económico se ubica entonces entre la política y la no-política. Se convierte en una tercera entidad, adquiriendo el estatus híbrido y precario de una *sub-política*” (Beck, 1992: 186). La política se distribuye en la sociedad y es “desplazada” de los centros tradicionales, transformándose en un sistema policéntrico. Para un desarrollo estable de una futura estructura democrática de la nueva sociedad del riesgo estas sub-políticas deben ser complementadas por nuevas instituciones políticas (Beck, 1997; 1993; Van Dijk, 2000).

Ahora que he deconstruido tanto la tecnología como la política en una variedad de significados contextuales, vamos a retornar a la cuestión central: ¿de qué manera y por qué la tecnología tiene importancia para la política? ¿cómo se relacionan ambas entre sí?

¿CÓMO Y POR QUÉ ES IMPORTANTE LA TECNOLOGÍA?

Revisaré varias respuestas a las preguntas acerca de por qué y cómo importa la tecnología a la política y a la teoría política, aun cuando muchas de estas respuestas han sido dadas de manera implícita en las secciones precedentes. Comenzaré por la pregunta general acerca de la relación entre la tecnología y la cultura política, para después retornar al campo específico del asesoramiento tecnológico.

LA TECNOLOGÍA Y LA CULTURA POLÍTICA DE LA DEMOCRACIA

Uno de los modos en que la tecnología ha sido considerada como relevante para la política y la teoría política es, en términos generales, la relación existente entre la tecnología y la modernización. Una afirmación central de las teorías de la modernización es que el desarrollo tecnológico y el cambio económico, social y cultural van de la mano de modo coherente (Inglehart, 2001). Los padres fundadores de la teoría de la modernización –como Karl Marx, Emile Durkheim y Max Weber– tomaron su punto de partida en la revolución industrial y en el modo en que la misma había transformado las sociedades y la política de Europa Occidental. Trabajos posteriores vincularon la modernización con el desarrollo haciendo preguntas acerca del impacto diferencial que producía el desarrollo tecnológico en la política fuera de Eu-

ropa y los Estados Unidos (Graham, 2001). En la década de 1990 este estilo de estudios políticos pudo observar que

[...] otra revolución en tecnología, vinculada con la tecnología de la información, el crecimiento de las industrias basadas en el conocimiento y la globalización de los procesos económicos produjeron un realineamiento muy importante en la política y la economía (Graham, 2001, 9964).

Estos estudios han conducido a nuevas teorías sobre la modernización, que combinan la observación del cambio de la producción en masa a las industrias basadas en el conocimiento con un análisis de las políticas económicas estructurales, la creación de economías de mercado en todo el mundo y cambios fundamentales en las instituciones políticas de la sociedad y el Estado. En este nivel general de la teoría de la modernización, también la relación entre tecnología y democratización es cuestionada. Por ejemplo:

La emergencia de la sociedad postindustrial, o sociedad del “conocimiento”, favorece las instituciones democráticas, parcialmente debido a que estas sociedades requieren trabajadores altamente educados e innovativos, quienes se acostumbran a pensar por sí mismos en su vida laboral diaria. Tienden a transformar esta perspectiva en política, involucrando tipos de participación masiva más activos y demandantes (Inglehart, 2001: 9970).

Una respuesta, por lo tanto, es que la tecnología es importante para la política debido a que ha formado el Estado moderno y sus instituciones políticas y democráticas. ¿Pero puede este enunciado hacerse más específico?

Otro modo por el cual la tecnología es importante para la política, y forma la política, es proveyendo los medios para la discusión política y el desarrollo. Intentaré analizar esto de modo más comprensivo. La tecnología forma básicamente el mundo político, desde el lenguaje y las metáforas, a las condiciones económicas estructurales y las tecnologías de la comunicación. La tecnología de las computadoras no sólo controlaba las vastas redes que eran centrales a los objetivos globalizadores de la guerra fría, sino que también proveyó el vocabulario apocalíptico y las metáforas a través de las cuales fue formulada la política exterior. Esta tecnología “constituyó una cúpula de vigilancia tecnológica global, un *mundo cerrado*, en el que cada evento fue interpretado como parte de una lucha titánica entre superpotencias” (Edwards, 1996: 1-2). En este caso, la tecnología importaba a la política debido a que ayudaba a formar sus fines y sus medios; al mismo tiempo, también era objeto de la política y de la política tecnológica.

En el caso de las computadoras y la guerra fría, la tecnología co-evolucionó como las dos caras de una misma moneda. Esta “co-evolución” o “co-producción” de la tecnología y la política (o sociedad) es un lugar común en los estudios actuales de la tecnología (Jasanoff, 2004). Sin embargo, es necesario hacerlo de un modo más específico para cumplir una verdadera función explicativa. Un modo para ello es utilizar el concepto de Hecht acerca del “régimen tecnopolítico”: el mismo está fundado en instituciones estatales (como el CEA y EDF; véase más arriba) y consiste en

[...] conjuntos vinculados de individuos, prácticas institucionales y de ingeniería, artefactos tecnológicos, programas políticos e ideologías institucionales que actúan de manera simultánea para gobernar el desarrollo tecnológico y perseguir tecnopolíticas (un término que describe la estrategia práctica de diseñar o usar tecnologías para constituir, encarnar o promulgar metas políticas) (Hecht 1998: 56-57).

Este concepto permite describir la interacción entre política y tecnología de un modo bastante específico. El régimen tecnopolítico del CEA involucra la producción de plutonio de grado militar y de este modo ayudó a crear, de facto, la política nuclear militar francesa. El régimen de EDF estableció sus reactores de manera deliberada en contrapartida a la tecnopolítica del CEA, y de este modo creó la política nuclear francesa en lo que hace al suministro de energía. De modo similar, el concepto de “*technological frame*” ha sido utilizado para describir en detalle la interacción entre la política de Barcelona y la tecnología para la planificación y la arquitectura de las ciudades (Aibar y Bijker, 1997). La diferencia entre los dos conceptos es que el régimen tecnopolítico está conectado con las instituciones estatales en las cuales actúan una variedad de grupos sociales, mientras que un “*technological frame*” está vinculado con un grupo social relevante que puede estar disperso en una variedad de instituciones sociales. Es importante reconocer que ambos son conceptos analíticos que permiten describir la relación entre tecnología y política; los actores involucrados pueden pensar de un modo bastante distinto acerca de esta relación. En el caso de la disputa entre el CEA y EDF, Hecht describe cómo EDF intenta separar la política de la tecnología de manera incluso deliberada para adoptar una “pose política” (Alder, 1997), y para crear una interpretación basada en el determinismo tecnológico en la cual existía algo como la “mejor tecnología” que debía ser adoptada sin deliberación política.

Otro modo a través del cual la tecnología es importante para la política es configurando los medios que permiten el debate político: la arena, los víncu-

los comunicacionales, la agenda. Una perspectiva de este tipo puede por supuesto ser utilizada para analizar la política del siglo XVIII y las tecnologías de la arquitectura (se puede pensar en un análisis de los planos de los edificios parlamentarios y la distribución de los espacios de las salas de reunión), la correspondencia postal y la comunicación de mensajes; pero la investigación más habitual se focaliza en la relación entre tecnologías digitales y política (Bimber, 2003). La mayoría de los experimentos de democracia digital son concebidos y experimentados “como medios para revitalizar y revivir la democracia política que, por una serie de razones, se percibe que ha perdido su atractivo y dinamismo” (Tsagarousianou, 1998: 168). Estos experimentos comenzaron en los años de 1980 para desafiar el monopolio que existía por parte de las jerarquías políticas sobre los poderosos medios de comunicación, y así amplificar el poder de los grupos de base para juntar y distribuir información crítica y organizar la acción política. Luego siguieron otras iniciativas llevadas a cabo por autoridades locales para mejorar el contacto con los ciudadanos y la distribución de servicios e información, y para estimular la participación ciudadana en los asuntos públicos (Tsagarousianou, Tambini y Bryan, 1998). Tanto las autoridades locales norteamericanas como las europeas crearon “ciudades digitales” experimentales, esperando que las nuevas tecnologías de la información y la comunicación ayudaran a resucitar la participación ciudadana en la vida política que se encontraba en declive, dando nuevo vigor a la política local.

Estos experimentos sobre ciudades digitales usaron definiciones muy distintas de democracia (digital): desde modelos deliberativos hasta modelos más plebiscitarios, pasando por el fortalecimiento de organizaciones de base hasta proyectos de información pública. A partir de estos experimentos se plantearon interesantes preguntas en relación con el acceso al debate político:

¿Quién cargará con el costo de volver accesibles al público las redes de servicio? ¿Será necesariamente complementado el derecho al acceso asegurando que los ciudadanos desarrollen la competencia para usar los servicios y superar la aversión y la distancia respecto a los mismos, a menudo condicionada socialmente y relacionada con la clase, el género, la edad y la etnia? ¿Cómo son balanceados los derechos a la libertad de expresión y las preocupaciones acerca de los abusos que se producen en las ciudades digitales? (Tsagarousianou, 1998: 171).

Es claro que las respuestas a estas preguntas serán muy diferentes según de qué cultura nacional y local se trate. En la tradición libertaria cívica estadounidense una meta central puede ser estimular la formación de iniciativas y grupos desde la ciudadanía. En una región italiana de izquierda el foco pue-

de estar en asegurar el acceso a la red como un bien público y la implementación de derechos ciudadanos. Un experimento inglés en torno de una ciudad digital puede ser diseñado como un medio para la reactivación económica. Aprender el modo en que estas tecnologías digitales son importantes para la política es una experiencia que reduce la expectación. Detrás de la retórica de la democracia digital muchas veces la principal actividad es la distribución de información acerca de qué agenda y qué contenidos son controlados por la autoridad gubernamental.

A pesar de los discursos de la interactividad que subyacen a la mayoría de las iniciativas en el terreno de la “democracia electrónica”, las mismas han sido iniciadas en el nivel ejecutivo, de arriba hacia abajo y mayormente basadas en dar más acceso a la información. La política de esta forma permanece más como un modelo de cómo convencer a través de la distribución de información que como un modelo de comunicación y discusión (Tsagarousianou, 1998: 174).

DEL ASESORAMIENTO TECNOLÓGICO AL PRINCIPIO PRECAUTORIO

El asesoramiento tecnológico (AT) es un modo concreto a través del cual la política ha tratado con la tecnología desde los años 1970. En nuestras sociedades modernas la tecnología es importante para la política debido a que, como he planteado previamente, estas tecnologías conforman en profundidad nuestras sociedades y nuestras culturas. El término AT es también utilizado cuando ciertos actores no-políticos, tales como firmas, consultoras o agencias de salud, quieren obtener una evaluación y un asesoramiento acerca de las promesas o los beneficios y los costos, así como los riesgos potenciales de las nuevas opciones tecnológicas. Me restringiré al uso público, político del asesoramiento tecnológico (AT).

El comienzo del asesoramiento tecnológico, bajo ese nombre, está marcado por la Ley de Asesoramiento Tecnológico de los Estados Unidos de 1972, que asignó a la Oficina de Asesoramiento Tecnológico la misión de proveer asesoramiento neutral, competente, acerca de los probables beneficios y las desventajas de las nuevas tecnologías. Adoptando una perspectiva un tanto determinista, la ley explicaba su racionalidad en los siguientes términos:

[...] es esencial que, en toda la extensión posible, las consecuencias de las aplicaciones tecnológicas sean anticipadas, entendidas y consideradas en relación a las políticas públicas orientadas a los problemas nacionales emergentes (citado por Bimber, 1996).

El papel de la agencia fue visto como un “dispositivo de alerta temprana”, en previsión de las consecuencias positivas y negativas de los desarrollos tecnológicos. La Oficina pudo basarse en estudios sociológicos tempranos acerca de los efectos sociales de la tecnología, tal como los de Ogburn, Adams y Gilfillan (1946), y en aproximaciones gerenciales tempranas adecuadas para manejar incertidumbres, tal como el estudio de la RAND Corporation (Yearley, 2001). Para mediados de los años 1980, además del énfasis original exclusivo en ser perito parlamentario, proveyendo reportes científicos, el concepto de asesoramiento tecnológico

[...] fue complementado con un interés en vincularlo con más cercanía a la toma de decisiones, o al menos contribuir al establecimiento de una agenda. Los debates públicos sobre energía y sobre cuestiones ambientales permitieron hacer más prominente este aspecto del AT (Yearley, 2001: 15512).

El AT ha devenido un importante insumo de la política tecnológica gubernamental. En los años 1990 y en el siglo XXI, el AT también comenzó a incorporar aproximaciones participativas a las metodologías de los expertos. En algunos países europeos (Dinamarca, los Países Bajos) han sido institucionalizadas formas de participación pública, especialmente para el papel que posee el AT en el establecimiento de agendas. Largamente independiente de este desarrollo del asesoramiento tecnológico público, en los años 1980 se institucionalizó el AT para sectores tecnológicos específicos –los ejemplos más claros son las Declaraciones de Impacto Ambiental, legalmente requeridas en muchos países, y el campo del asesoramiento tecnológico en el campo médico.

Todas las variedades de AT combinan formas de anticipación y realimentación, “escribiendo una historia del futuro, apoyada en el juicio de expertos y en ideas y datos de las ciencias sociales, e informando las acciones o preparando acciones” (Yearley, 2001: 15513). Esta combinación crea el “dilema del control y la anticipación” fundamental: en una etapa temprana del desarrollo tecnológico, éste es aún tan maleable que puede ser controlado y modificado, pero su impacto no puede ser anticipado; y cuando el impacto deviene claro, la tecnología ha devenido tan resistente que es difícil de controlar (Collingridge, 1980). Esta resistencia incremental de la tecnología ha sido conceptualizada de diferentes modos: sistemas tecnológicos, obtención de “momentum” (el ejemplo es el sistema de distribución de electricidad a gran escala –Hughes, 1983–), y las tecnologías adquieren “dependencia de la trayectoria”, cuando incorporan inversiones, usuarios, otras tecnologías, etc. (un conocido ejemplo es el teclado QWERTY –David, 1985–). Esta resistencia de la tecnología es construida socialmente, y permite incluir el impacto so-

cial de la tecnología en los estudios constructivistas que se ocupan de ella (Hommels, en prensa). El Asesoramiento Tecnológico Constructivista se ofrece como una solución política y administrativa a este dilema. Construye experimentos sociales con la introducción de nuevas tecnologías, mezcla actores privados y públicos, da lugar al aprendizaje social en torno de nuevas tecnologías y resulta en una realimentación que permite futuros diseños y desarrollos (Rip, Misa y Schot, 1995). La pregunta crítica puede ser planteada en términos de si estos esfuerzos pueden escapar a las fronteras planteadas por la racionalidad de la estructura de poder dominante:

La racionalización en nuestra sociedad responde a una definición particular de la tecnología como medio para el fin de obtener beneficios y poder. Una comprensión más amplia de la tecnología sugiere una noción muy distinta de racionalización, basada en la responsabilidad por los contextos naturales y humanos de la acción técnica (Feenberg, 1995: 20).

Feenberg luego propone llamar a esto “racionalización subversiva”, “debido a que requiere avances tecnológicos que sólo pueden ser hechos en oposición a la hegemonía dominante” (Feenberg, 1995: 20).

Muy vinculada al asesoramiento tecnológico –y en un modo obvio en el cual la tecnología es importante para la política (esto es, como objeto de esa política)– se encuentra la política tecnológica. ¿Pero qué cosa puede ser esto? Estimular la innovación tecnológica –con su énfasis en el cambio– no es un papel natural de los gobiernos:

En todas las sociedades bien-ordenadas, la autoridad política está dedicada a la estabilidad, la seguridad y el *statu quo*. Está por lo tanto singularmente mal calificada para dirigir o canalizar actividades orientadas a producir inestabilidad, inseguridad y cambio (Rosenberg y Birdzell, 1986: 265).

También se ha planteado que en una economía de mercado el único papel justificable para una política tecnológica es la realización de asesorías tecnológicas (Freeman y Soete, 1997). Sin embargo, la política tecnológica en un sentido más amplio es crecientemente vista como una responsabilidad importante del gobierno (Branscomb, 1993). Se ha reconocido actualmente también que una política tecnológica que esté focalizada sólo en la perspectiva de la oferta no es suficiente, y que deben añadirse políticas de investigación y de innovación orientadas por la demanda (Branscomb, 2001). Desde los años 1990 el concepto de “sistema nacional de innovación” está siendo usado de manera creciente, tanto en los estudios de innovación como en el discurso político. Esto resulta en la reafirmación de las características políti-

cas, culturales, gerenciales e institucionales que determinan la capacidad de innovación de un país (Dosi *et al.*, 1988; Nelson, 1993; Miettinen, 2002; Elzinga, 2004). De tal modo, la política tecnológica está siendo ampliada para incorporar ideas provenientes de los estudios sobre tecnología tanto como de otros estudios provenientes de las ciencias sociales.

Conceptualizar a la sociedad moderna como una sociedad del riesgo, como lo describí en la sección anterior, tiene implicaciones para los modos en los cuales los desarrollos tecnológicos son valorados por la política. Quisiera retratar brevemente el modo en el cual la política manejó el riesgo antes de los años 1990. La valoración del riesgo de manera probabilística ha sido desarrollada en los primeros años 1970 como una técnica reduccionista de ingeniería para estimar el riesgo de falla de un sistema como resultado de un contratiempo producido en una parte o un sub-sistema. El así llamado “estudio de la seguridad de reactores” de la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos usó esta técnica en 1975 y concluyó que los ciudadanos corrían más riesgo de ser alcanzados por un meteorito que por un accidente en una planta de energía nuclear. Con esta concepción del riesgo tiene sentido que la política delegue la administración del riesgo a los expertos, de un modo tecnocrático. Posteriormente, el accidente de la planta nuclear de Three Mile Island en 1979 cuestionó violentamente esta solución. De acuerdo con un análisis técnico, este accidente pudo no haber ocurrido nunca. De tal modo “llevó a la atención sociológica y a la del público un cisma entre el Estado, sus expertos tecnológicos y los ciudadanos” (Rosa y Freudenburg, 2001: 13357). Esto fue agravado luego por una serie de estudios psicométricos que mostraron las discrepancias entre las interpretaciones del riesgo realizadas entre el público y los expertos, por ejemplo: una sistemática subestimación de los riesgos a los cuales uno está expuesto de manera rutinaria, una sobrevaluación de riesgos catastróficos nuevos o posibles y una subestimación de los riesgos a los cuales uno está expuesto por su propia decisión. Esto presentó un problema a los tomadores de decisiones:

Si ellos basan las regulaciones en los juicios de los expertos –es decir, fundados en las probabilidades estadísticas de daño–, las políticas pueden ser impopulares o bien subvertidas, mientras que si basan las políticas en las preferencias públicas que se ponen en evidencia, corren el riesgo de hacer arbitrarias las regulaciones, o no científicas, o demasiado costosas” (Yearley, 2001: 13361).

Más aun, el análisis del constructivismo social ha mostrado que las estimaciones de riesgo de los expertos en ningún caso pueden ser equiparadas con el riesgo “real” (Wynne, 1992).

Un elemento clave que muestra el modo en que la tecnología es importante para la política en nuestra sociedad del riesgo *high-tech* es la incertidumbre respecto del conocimiento científico, de los riesgos tecnológicos, de los parámetros socio-económicos y de las prioridades y los valores culturales. Hay una variedad de modos que permiten caracterizar estas incertidumbres (Funtowicz y Ravetz, 1989; Wynne, 1992; Asselt, 2000), pero todos ellos conducen a describir un mundo donde

[...] en los problemas que son característicos de la investigación vinculada con la política, los hechos están típicamente cargados de incertidumbre, los valores se discuten, las apuestas son altas y las decisiones urgentes (Funtowicz y Ravetz, 2001: 19).

Este mundo necesita lo que Funtowicz y Ravetz han llamado ciencia “post-normal”, cuya definición se refiere a la ausencia de normalidad en la política, la tecnología y la ciencia corriente:

En la “normalidad”, tanto en la ciencia como en la política, el proceso es manejado en buena medida de manera implícita y es aceptado de manera inconsciente por todos aquellos que quieren vincularse a él. La gran lección de los años recientes es que esta suposición no se mantiene por sí misma. La podemos llamar el “rechazo posmoderno a los grandes relatos”, o una política ecologista NIMBY. Cualquiera sean los motivos que lo causan, no podemos asumir por más tiempo la presencia de esta suerte de “normalidad” del proceso político (Funtowicz y Ravetz, 2001: 19).

Un nuevo y sorprendente desarrollo, que muy bien puede transformarse en la próxima década en un punto focal del modo en que la política y la tecnología son relevantes una a la otra, es el principio precautorio. Probablemente la versión más citada de este principio pertenece a la declaración de Río de Janeiro: “Allí donde hay amenazas de un daño serio o irreversible, la ausencia de una certeza científica completa no debe ser utilizada como una razón para posponer medidas efectivas y costosas para prevenir la degradación ambiental” (Naciones Unidas, 1992). Esto provee a la política una manera de administrar tecnologías bajo condiciones de alta incertidumbre: el principio permite intervenir, incluso cuando no es claro cuál es exactamente el riesgo. Esto implica un cambio, desde la prevención de peligros claros y manifiestos hacia una acción precautoria que evita hipotéticos riesgos. Desde entonces se ha desarrollado una rica literatura que traduce este principio en varias aproximaciones precautorias (Klinke y Renn, 2002; EEA, 2001). Inevitablemente, la interpretación y la implementación del principio precautorio varían de

acuerdo con las doctrinas legales y científicas y con el grado de apertura de la cultura política. Esta variabilidad es, posiblemente, también su debilidad. El principio precautorio posee un atractivo intuitivo, pero carece de una claridad conceptual amplia y compartida. Puede ser descripta como un “repositorio de arriesgadas y aventuradas creencias que desafían el *statu quo* del poder político, la ideología y los derechos civiles” (O’Riordan y Jordan, 1995; Golding, 2001: 11962). Sin embargo, pienso que el desarrollo del principio precautorio ofrece un prudente paso adelante en la evolución de la relación entre tecnología y política: puede ayudar a navegar entre el Scylla de la ilusión de una política racional, tecnocrática, y el Caribdis de una bancarrota política producida por una incertidumbre paralizante en torno de los nuevos desarrollos tecnológicos. La implementación del principio precautorio puede ayudar a la política (en todos sus sentidos) a evitar las fallas de la tecnocracia y del determinismo tecnológico porque integra perspectivas constructivistas de la ciencia y la tecnología en asesoramiento tecnológico, deliberación política y toma de decisiones.

IMPLICACIONES PARA LOS ESTUDIOS POLÍTICOS

La revisión anterior puede ser resumida por el eslogan “toda tecnología es política y toda política es tecnológica”. He mostrado cómo este eslogan está basado en una variedad de estudios empíricos sobre la tecnología y la política, y cómo se traduce en interpretaciones teóricas específicas acerca de la relación entre ambas. No intentaré resumir esta rica variedad de problemas en enunciados generales. Más bien, formularé algunas “lecciones” para los *estudios* políticos.

La primera razón para prestar atención a la tecnología en los estudios políticos es que esta atención en lo tecnológico puede revelar aspectos de la política que de otro modo permanecen ocultos. Sólo a través de un análisis minucioso de la tecnología misilística y de los detalles de las pruebas de precisión se puede entender completamente la política exterior de los Estados Unidos desde los años 1950. Sólo a través de un análisis de los detalles de los diseños de los reactores nucleares y sus implicaciones para la proporción de material fisible en el gasto nuclear puede comprenderse la política de armas nucleares de Francia. Y he planteado que esto implica *todas* las tecnologías—desde las bicicletas hasta la producción de viviendas públicas, desde la distribución de electricidad a las vías férreas—debido a que vivimos en una “cultura tecnológica”: una sociedad que es constituida por la ciencia y la tecnología. “Como posición es aún muy débil considerar que la tecnología y la política interactúan: no debe hacerse ninguna distinción categorial entre las dos” (MacKenzie, 1990: 412-413).

Una segunda razón, más específica, para estudiar las tecnologías es que conforman los conceptos políticos y las discusiones. (Lo mismo se aplica, por supuesto, al revés: la política conforma la tecnología, pero ése no es el punto aquí.) Las nuevas formas de comunicación y las tecnologías de la información están cambiando las ideas de la gente acerca de la democracia y las prácticas en la arena pública. Pero, nuevamente, sólo un análisis detallado de los detalles técnicos de, por ejemplo, los buscadores de Internet, puede revelar que este medio, inicialmente saludado por su carácter abierto y no jerárquico, está siendo actualmente estructurado por los intereses comerciales que consecuentemente formarán también los proyectos de la democracia digital de maneras específicas. Es importante volver visibles de manera activa estas influencias de la tecnología, pues cuanto más exitosas son, más cerradas se vuelven al análisis y más imbricadas quedan con la sociedad. Las tecnologías más influyentes y penetrantes son habitualmente las menos visibles y las más inmunes a la deliberación política.

En tercer lugar, del estudio de la tecnología pueden ser extraídas lecciones más estratégicas, lecciones que se vinculan con la práctica de los estudios políticos. Ubicar en el foco la tecnología permite reconocer el trabajo de construcción de fronteras que alimenta la política práctica. Las distinciones, la definición de problemas y las identidades no se encuentran en la naturaleza o en la sociedad como propiedades intrínsecas; todas ellas son construidas activamente por los actores involucrados. La clasificación es una acción de creación de equilibrios y el asesoramiento tecnológico es un trabajo fronterizo.

El piso de la perspectiva es, entonces, que la tecnología debería ser importante para los estudios políticos debido a que es importante para la política. Y la tecnología es importante para la política debido a que nuestro mundo es masivamente tecnológico. Éstas son las respuestas –bastante simples– a la pregunta “por qué” de este capítulo. Sin embargo, no hay una respuesta simple equivalente para el “cómo”, o la misma sería el *adagio* constructivista: importa el contexto. La tecnología es importante para la política de muchos modos, tantos como contextos hay para la política y la tecnología.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbate, J. (1999), *Inventing the Internet*, Cambridge, MIT Press.
- Aibar, E. y Bijker, W. E. (1997), "Constructing a city: The Cerdà Plan for the extension of Barcelona", *Science, Technology & Human Values*, vol. 22, N° 1, pp. 3-30.
- Alder, K. (1997), *Engineering the Revolution: arms and Enlightenment in France, 1763-1815*, Princeton, Princeton University Press.
- Asselt, M.B.A.v. (2000), *Perspectives on Uncertainty and Risk. The PRIMA Approach to Decision Support*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Bal, R., Bijker, W. E., y Hendriks, R. (2002), *Paradox van wetenschappelijk gezag. Over de maatschappelijke invloed van adviezen van de Gezondheidsraad, 1985-2001*, La Haya, Gezondheidsraad.
- Bal, R., y Halffman, W. (eds.) (1998), *The Politics of Chemical Risk: Scenarios for a regulatory future*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Barber, B. R. (1990 [1984]), *Strong Democracy. Participatory Politics for a New Age*, Berkeley, University of California Press.
- Beck, U. (1986), *Risikogesellschaft: Auf dem Weg in eine andere Moderne*, Frankfurt, Suhrkamp Verlag.
- (1992), *Risk society: towards a new modernity*, Londres, SAGE.
- (1993), *Die Erfindung des Politischen. Zu einer Theorie reflexiver Modernisierung*, Frankfurt, Suhrkamp Verlag.
- (1997), *The Reinvention of Politics: Rethinking Modernity in the Global Social Order*, Cambridge, Polity Press.
- Bijker, W. E. (1995), *Of Bicycles, Bakelites and Bulbs. Toward a Theory of Sociotechnical Change, Inside Technology*, Cambridge, MIT Press.
- (1997), "Demokratisierung der Technik-Wer sind die Experten?", en Kerner, M. (ed.), *Aufstand der Laien. Expertentum und Demokratie in der technisierten Welt*, Aachen, Thout Verlag, pp. 133-155.
- (2002), "The Oosterschelde storm surge barrier. A test case for dutch water technology, management, and politics", *Technology & Culture*, vol. 43, N° 3, pp. 569-584.
- Bijker, W. E., y Bijsterveld, K. (2000), "Women walking through plans-Technology, democracy and gender identity", *Technology & Culture*, vol. 41, N° 3, pp.485-515.
- Bijker, W. E., Hughes, T. P., y Pinch, T. (eds.) (1987), *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge, MIT Press.

- Bijker, W. E., y Law, J. (eds.) (1992), *Shaping Technology / Building Society. Studies in Sociotechnical Change*, Cambridge, MIT Press.
- Bimber, B. (1996), *The Politics of Expertise in Congress. The Rise and Fall of the Office of Technology Assessment*, Albany, State University of New York Press.
- Bimber, B. A. (2003), *Information and American democracy: technology in the evolution of political power, Communication, society, and politics*, Cambridge (GB) y Nueva York, Cambridge University Press.
- Bowker, G. C., y Star, S. L. (1999), *Sorting Things Out. Classification and its Consequences*, Cambridge, MIT Press.
- Branscomb, L. M. (2001), "Technological innovation", en N. Smelser, N. y Baltes, P. B. (eds.), *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*, Amsterdam, Elsevier, pp. 15498-15502.
- Branscomb, L. M. (ed.) (1993), *Empowering Technology. Implementing a U.S. Strategy*, Cambridge, MIT Press.
- Collingridge, D. (1980), *The Social Control of Technology*, Londres, Frances Pinter.
- Collins, H. M. (1985), *Changing Order: Replication and Induction in Scientific Practice*, Londres, SAGE.
- Collins, H. M., y Evans, R. (2002), "The third wave of science studies: Studies of expertise and experience", *Social Studies of Science*, vol. 32, N° 2, pp. 235-296.
- Collins, H. M., y Pinch, T. J. (1998), *The Golem: What You Should Know About Science*, Cambridge, Cambridge University Press, 2ª edición.
- Cowan, R. S. (1983), *More Work for Mother: The Ironies of Household Technology from the Open Hearth to the Microwave*, Nueva York, Basic Books.
- David, P. (1985), "Clio and the economics of QWERTY", *American Economic Review*, vol. 75, N° 2, pp. 332-337.
- Dewey, J. (1991 [1927]), *The public and its problems*, Athens, Swallow Press.
- Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G., y Soete, L., (eds.) (1988), *Technical Change and Economic Theory*, Londres, Pinter Publishers, 2ª edición.
- Dunlavy, C. A. (1994), *Politics and Industrialization. Early railroads in the United States and Prussia*, Princeton, Princeton University Press.
- Eden, L. (2004), *Whole World on Fire. Organizations, Knowledge, & Nuclear Weapons Devastation*, Ithaca, Cornell University Press.
- Edwards, P. N. (1996), *The Closed World. Computers and the politics of discourse in cold war America*, Cambridge, MIT Press.
- EEA. (2001), *Late Lessons from Early Warnings: The Precautionary Principle 1896-2000*, Copenhagen, European Environment Agency.

- Elzinga, A. (2004), "Metaphors, Models and Reification in Science and Technology Policy Discourse", *Science as Culture*, vol. 13, N° 1, pp. 105-121.
- Epstein, S. (1996), *Impure Science. AIDS, Activism, and the Politics of Knowledge*, Berkeley, University of California Press.
- Ezrahi, Y. (1995), "Technology and the civil epistemology of democracy", en Feenberg, A. y Hannay, A. (eds.), *Technology and the Politics of Knowledge*, Bloomington e Indianapolis, Indiana University Press, pp. 159-171.
- Feenberg, A. (1995), "Subversive rationalization. Technology, power, and democracy", en Feenberg, A. y Hannay, A. (eds.), *Technology and the Politics of Knowledge*, Bloomington e Indianapolis, Indiana University Press, pp. 3-24.
- Feenberg, A. (2001), "Looking backward, looking forward: Reflections on the twentieth century", *Hitotsubashi Journal of Social Sciences*, vol. 33, N° 1, pp. 135-142.
- Fijnaut, C., y Marx, G. T. (1995), *Undercover: police surveillance in comparative perspective*, La Haya y Boston, Kluwer Law International.
- Freeman, C., y Soete, L. (1997), *The economics of industrial innovation*, Cambridge, MIT Press, 3ª edición.
- Funtowicz, S. y Ravetz, J. (1989), "Managing the uncertainties of statistical information", en Brown, J. (ed.), *Environmental Threats: Perception, Analysis and Management*, Londres y Nueva York, Belhaven Press, pp. 95-117.
- Funtowicz, S. y Ravetz, J. (2001), "Post-Normal science. Science and governance under conditions of complexity", en Decker, M. (ed.), *Interdisciplinarity in Technology Assessment. Implementation and its Chances and Limits*, Berlin, primavera, pp. 15-24.
- Gerrard, M. B. (1994), *Whose backyard, whose risk: Fear and fairness in toxic and nuclear waste siting*, Cambridge, MIT Press.
- Gieryn, T. F. (1983), "Boundary work and the demarcation of science from non science: Strains and interests in professional ideologies of scientists", *American Sociological Review*, vol. 48, N° 6, pp. 781-795.
- Gieryn, T. F. (1999), *Cultural Boundaries of Science. Credibility on the line*, Chicago, The University of Chicago Press.
- Golding, D. (2001), "Precautionary principle". en N. Smelser, N. y Baltes, P. B. (eds.), *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*, Amsterdam, Elsevier, pp. 11961-11963.
- Gomart, E. y Hajer, M. A. (2003), "Is that politics? For an inquiry into forms in contemporaneous politics", en B. Joerges y H. Nowotny (eds.), *Social Studies of Science and Technology. Looking back ahead*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, pp. 33-61.

- Gottweis, H. (1998), *Governing Molecules. The Discursive Politics of Genetic Engineering in Europe and the United States*, Cambridge, MIT Press.
- Graham, L. S. (2001), "Political modernization: Development of the concept, en N. Smelser, N, y Baltes, P. B. (eds.), *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*, Amsterdam, Elsevier, pp. 9963-9965.
- Guston, D. (2000), *Between Politics and Science: Assuring the Productivity and Integrity of Research*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Guston, D. H. (2001), "Boundary Organizations in Environmental Policy and Science", *Science, Technology & Human Values*, vol. 26, N° 4, pp. 399-500.
- Guston, D. H. y Keniston, K. (eds.) (1994), *The Fragile Contract. University Science and the Federal Government*, Cambridge y Londres, MIT Press.
- Hacker, K.L. y Van Dijk, J. (eds.) (2000), *Digital democracy: issues of theory and practice*, Londres y Thousand Oaks, SAGE.
- Hagen, M. (2000), "Digital democracy and political systems", en Hacker, K. L. y Van Dijk, J. (eds.), *Digital democracy: issues of theory and practice*, Londres y Thousand Oaks, SAGE, pp. 54-69
- Hague, B. N. y Loader, B. (1999), *Digital democracy: discourse and decision making in the Information Age*, Londres y Nueva York, Routledge.
- Halfman, W. (2002), *Boundaries of Regulatory Science. Eco/toxicology and aquatic hazards of chemicals in the US, England, and the Netherlands, 1970-1995*, Amsterdam: University of Amsterdam.
- Hecht, G. (1998), *The Radiance of France. Nuclear Power and National Identity after World War II*, Cambridge, MIT Press.
- Held, D. (1996), *Models of Democracy*, Cambridge, Polity Press, 2ª edición.
- Hilgartner, S. (2000), *Science on stage: expert advice as public drama, Writing science*, Stanford, Stanford University Press.
- Hommels, A. M. (en prensa), *Unbuilding Cities. Obduracy in Urban Sociotechnical Change*, Cambridge, MIT Press.
- Hughes, A. C. y Hughes, T. P. (eds.) (2000), *Systems, Experts, and Computers. The Systems Approach in Management and Engineering, World War II and After*, Cambridge, MIT Press.
- Hughes, T. P. (1983), *Networks of Power. Electrification in Western Society, 1880-1930*, Baltimore y Londres, The John Hopkins University Press.
- Hughes, T. P., Hughes, A. C., Allen, M. T., y Hecht, G. (2001), *Technologies of power: essays in honor of Thomas Parke Hughes and Agatha Chipley Hughes*, Cambridge, MIT Press.

- Inglehart, R. (2001), "Sociological theories of modernization, en N. Smelser, N. y Baltes, P.B. (eds.), *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*, Amsterdam, Elsevier, pp. 9965-9971.
- Jasanoff, S. (1990), *The Fifth Branch. Science Advisers as Policymaker*, Cambridge, Harvard University Press.
- Jasanoff, S. (ed.) (2004), *States of knowledge: the co-production of science and social order*, *International library of sociology*, Nueva York, Routledge.
- Klinke, A. y Renn, O. (2002), "A new approach to risk evaluation and management: Risk-based, precaution based, and discourse-based strategies", *Risk Analysis*, vol. 22, N° 6, pp. 1071-1094.
- Lyon, D. (2003), "Surveillance technology and surveillance society", en Misa, T. J., Brey, P. y Feenberg, A. (eds.), *Modernity and Technology*, Cambridge, MIT Press, pp. 161-183.
- MacKenzie, D. (1990), *Inventing Accuracy: A Historical Sociology of Nuclear Missile Guidance*, *Inside Technology*, Cambridge, MIT Press.
- MacKenzie, D., y Wajcman, J. (eds.) (1999), *The Social Shaping of Technology*, Buckingham, Open University Press, 2ª edición.
- Mathews, J. (1989), *Age of Democracy. The Politics of Post-Fordism*, Oxford, Oxford University Press.
- Mayntz, R., y Hughes, T. (eds.) (1988), *The Development of Large Technical Systems*. Boulder, Westview Press.
- Miettinen, R. (2002), *National Innovation System. Scientific Concept or Political Rhetoric*, Helsinki, Edita Publishers.
- Naciones Unidas (1992), *Rio Declaration on Environment and Development*, Nueva York, Naciones Unidas.
- Nelkin, D. (ed.) (1979), *Controversy: Politics of Technical Decisions*, Beverly Hills, SAGE.
- Nelkin, D. y Brown, M.S. (1984), *Workers at Risk. Voices from the Workplace*, Chicago, The University of Chicago Press.
- Nelkin, D. y Pollak, M. (1979), "Public participation in technological decisions: Reality or grand illusion?", *Technology Review*, vol. 81, N° 8, pp. 55-64.
- Nelson, R. R. (ed.) (1993), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Nueva York, Oxford University Press.
- Nowotny, H., Scott, P. y Gibbons, M. (2001), *Re-thinking science: knowledge and the public in an age of uncertainty*, Cambridge, Blackwell/Polity Press.
- O'Riordan, T. y Jordan, A. (1995), "The precautionary principle in contemporary environmental politics", *Environmental Values*, vol. 4, N° 3, pp. 191-212.

- Ogburn, W. F., Adams, J. y Gilfillan, S. C. (1946), *The social effects of aviation*, Boston y Nueva York, Houghton Mifflin Company.
- Oudshoorn, N. (2003), *The male pill: a biography of a technology in the making*, Durham, Duke University Press.
- Piller, C. (1991), *The Fail-Safe Society: Community Defiance and the End of American Technological Optimism*, Berkeley, University of California Press.
- Rip, A., Misa, T. J. y Schot, J. (eds.) (1995), *Managing Technology in Society. The Approach of Constructive Technology Assessment*, Londres, Pinter Publishers.
- Rosa, E. A. y Freudenburg, W. R. (2001), "Sociological study of risk", en Smelser, N. y Baltes, P. B. (eds.), *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*, Amsterdam, Elsevier, pp. 13356-13360.
- Rosenberg, N. y Birdzell, L. E. (1986), *How the West grew rich: the economic transformation of the industrial world*, Nueva York, Basic Books.
- Sclove, R. E. (1995), *Democracy and Technology*, Nueva York, The Guilford Press.
- Smit, W. A. (en prensa), "Military technology and its effects", en Goodin, R. y Tilly, C. (eds.), *Oxford Handbook of Contextual Political Analysis*, Oxford, Oxford University Press.
- Summerton, J. (ed.) (1994), *Changing Large Technical Systems*, Boulder, Westview Press.
- Tsagarousianou, R. (1998), "Electronic democracy and the public sphere. Opportunities and challenges", en Tsagarousianou, R., Tambini, D. y Bryan, C. (eds.) (1998), *Cyberdemocracy: Technology, cities, and civic networks*, Londres/Nueva York, Routledge, pp. 167-178.
- Tsagarousianou, R., Tambini, D. y Bryan, C. (eds.) (1998), *Cyberdemocracy: Technology, cities, and civic networks*, Londres y Nueva York, Routledge.
- Van Dijk, J. (2000), "Models of democracy and concepts of communication", en Hacker, K. L. y Van Dijk, J. (eds.), *Digital democracy: issues of theory and practice*, Londres y Thousand Oaks, SAGE, pp. 30-53.
- Wajcman, J. (2004), *TechnoFeminism*, Cambridge (GB), Polity Press.
- (en prensa), "Gender politics of technology", en Goodin, R. y Tilly, C. (eds.) *Oxford Handbook of Contextual Political Analysis*, Oxford, Oxford University Press.
- Winner, L. (1977), *Autonomous Technology: Technics-Out-of-Control as a Theme in Political Thought*, Cambridge, MIT Press.
- (1980), "Do artifacts have politics?", *Daedalus*, vol. 109, N° 1, pp. 121-136.
- (1986), *The Whale and the Reactor. A Search for the Limits in an Age of High Technology*, Chicago, University of Chicago Press.

- (1992), “Uncertainty and environmental learning. Reconceiving science and policy in the preventive paradigm”, *Global Environmental Change*, vol. 2, N° 2, pp. 111-127.
- Yearley, S. (2001), “Sociology and politics of risk”, en N. Smelser, N. y Baltes, P. B. (eds.), *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*, Amsterdam, Elsevier, pp. 13360-13364.

NANOTECNOLOGÍA: ¿BENEFICIOS PARA TODOS O MAYOR DESIGUALDAD?

GUILLERMO FOLADORI* | NOELA INVERNIZZI**

RESUMEN

La nanotecnología promete ser la próxima revolución tecnológica. El mercado de nanopartículas es reducido actualmente, pero se espera que en la próxima década se incremente considerablemente. Aunque es frecuentemente presentada como una tecnología limpia y ampliamente benéfica, la nanotecnología ya está generando considerable debate. Rápidamente han emergido controversias a propósito de sus posibles impactos sobre la salud y el medio ambiente. Los potenciales usos militares de la nanotecnología despiertan preocupación. Está en discusión, también, la necesidad de una reglamentación de la producción y comercialización de productos nanotecnológicos y de una mayor participación pública en la orientación de la investigación. Luego de presentar estas controversias, este artículo enfoca los posibles impactos económicos de la nanotecnología y, en particular, sus potenciales efectos sobre la distribución de la riqueza, tema que ha sido poco tratado.

PALABRAS CLAVE: NANOTECNOLOGÍA, REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA.

1. ¿EL MUNDO FRENTE A UNA NUEVA REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA?

La nanotecnología es la manipulación directa de los átomos y moléculas para formar productos (RS & RAE, 2004).¹ Las aplicaciones actuales de la nanotecnología son reducidas, por lo que es discutible si puede considerarse una revolución tecnológica (Peterson, 2004; Phoenix, 2004). Sin embargo, las perspectivas son de un rápido crecimiento y difusión a varias ramas en la economía en las próximas décadas. Lux Research, una empresa dedicada al estudio de la nanotecnología y sus negocios, estima que la venta de artículos con nanopartículas superará la suma de los 500 mil millones en el 2010 (Baker y Aston, 2005).

* Profesor del Doctorado en Estudios del Desarrollo, Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México.

** Profesora del Sector de Educación, Universidad Federal de Paraná, Curitiba, Brasil.

¹ En la elaboración de este artículo los autores se beneficiaron de la participación en la reunión inaugural de la International Nanotechnology and Society Network (INSN), auspiciada por el Consortium for Science, Policy & Outcomes de la Arizona State University del 26 al 28 de enero de 2005 <www.cspo.org>.

Cuando se analiza un cambio tecnológico es importante distinguir la naturaleza innovadora de la propia tecnología y su capacidad de expansión a las diferentes ramas de la economía del impacto socio-económico que dicho cambio tecnológico pueda ocasionar. En este último sentido, son particularmente relevantes sus efectos sobre la división social del trabajo, la distribución de la riqueza y las clases sociales.

En lo que respecta al cambio tecnológico propiamente dicho, hay dos razones básicas para pensar que estamos frente a una revolución tecnológica. En primer lugar, se trata de construir de lo más pequeño (átomos y moléculas) a lo más grande (producto final) –proceso *bottom-up*–, en lugar de comenzar por la materia física tal como viene dada en la naturaleza, según sus estructuras propias de unión, y reducirla al tamaño de los objetos de uso, como se venía haciendo hasta ahora –proceso *top-down*. A pesar de que este camino ya se conocía en procesos químicos, la novedad radica en que ahora se pueden *manipular directamente* los átomos y moléculas para construir productos (RS & RAE, 2004). En segundo lugar, a ese nivel atómico no hay diferencia entre la materia biótica y la abiótica, de manera que resulta potencialmente posible aplicar procedimientos biológicos a los procesos materiales, o interferir con materiales en los cuerpos vivos, adaptando estos últimos a determinados fines u ofreciendo ventajas particulares, o también crear vida artificial para desempeñar funciones específicas, lo que se conoce como nanobiotecnología.²

Según el *Nanotech Report* (Forbes, 2004), entre los primeros productos con contenidos nanotecnológicos comercializados en 2004 se encuentran: calzado térmico (Aspen Aeogels), colchones que repelen sudor y polvo (Simmons Bedding Co.), palos de golf más resistentes y flexibles (Maruman y Co.), cosméticos personales ajustados a edad, raza, sexo, tipo de piel y actividad física (Bionova), vestidos para heridos y quemados que evitan las infecciones (Westaim Corporation), desinfectantes y limpiadores que se aplican a aviones, barcos, submarinos, etc. (EnviroSystems), spray que repele agua y suciedad, utilizado en la industria de la construcción (BASF), tratamiento a los vidrios para repeler el agua, la nieve, insectos, etc. (Nanofilm), crema contra el dolor muscular (CNBC) y adhesivos dentales que fijan mejor las coronas (3M ESPE).

² Según el grupo ETC (2004a), las metas de la nanobiotecnología serían, entre otras: a) incorporar materiales no vivos a organismos vivos (para los sistemas de suministro de medicamentos o para sensores que monitoreen la química sanguínea); b) creación de nuevos materiales sintéticos con componentes biológicos (como plásticos con proteínas incorporadas pensando en la auto-regeneración del material); y c) creación de vida artificial para desempeñar funciones industriales (como microorganismos que se alimentarán de los desechos de sustancias industriales o de los gases del efecto invernadero). Algunos de estos organismos artificiales incorporarían materiales sintéticos nano-diseñados.

Aun cuando la nanotecnología está en sus fases iniciales, sus aplicaciones ya abarcan las más diversas ramas de la economía. El Cuadro 1 ofrece ejemplos que muestran los principales nanomateriales, sus propiedades y aplicaciones.

CUADRO 1. ALGUNAS APLICACIONES ACTUALES DE NANOMATERIALES

NANOMATERIALES	PROPIEDADES	APLICACIONES
CLUSTERS DE ÁTOMOS		
Quantum wells	Capas ultrafinas de material semiconductor con nuevas propiedades	Láser para CDs, telecomunicaciones, óptica, memorias, monitores
NANO GRANOS		
Nanocápsulas	Destino en tamaño nano de múltiples contenidos	Lubricantes para ingeniería, industria farmacéutica y cosmética (entrega de drogas a células afectadas, lápices de labios, pasta dentífrica, filtros solares, cremas)
Catalíticos	Mejoran la reacción química y pueden ser reutilizados	Materiales, energía, producción de alimentos, salud, agricultura, pinturas, tratamientos de agua, filtros, limpieza de superficies, descontaminación del aire
NANO FIBRAS		
Nanotubos de carbono	50 a 100 veces más fuertes que el acero y 1/6 de su peso	Industria aeroespacial, automotriz, construcción
MATERIALES NANOESTRUCTURADOS		
Nanocompuestos	Compuestos de metales, polímeros y materia biológica que permiten comportamiento multifuncional	Aplicados donde pureza y conductividad eléctrica importan, como microelectrónica, llantas de automóviles, equipos deportivos, ropa, textiles, antisépticos

Fuente: información seleccionada de Huw Arnall (2003), con ejemplos adicionados de diversas fuentes.

Los nanomateriales básicos tienen la característica de poder modificar las propiedades físicas y químicas de relacionamiento con el entorno inmediato. Esto hace a los nanomateriales altamente versátiles para poder ser aplicados a las más diversas ramas de la producción e influir, por lo tanto, revolucionariamente en el desarrollo tecnológico.

Aunque las visiones más radicales de la nanotecnología, como la de Eric Drexler,³ prevén la producción mediante sistemas de máquinas moleculares capaces de auto-replicarse, los usos actuales de la nanotecnología son más modestos y se restringen básicamente a apropiarse de las ventajas que brindan las propiedades de la materia a nanoescala (Peterson, 2004). La posibilidad de medir y observar propiedades y procesos a nanoescala mediante microscopios sofisticados (*Scanning Tunneling Microscopy* –STM, *Atomic Force Microscope*– AFM y *Transmission Electron Microscopy* –TEM–) ha generado una primera ola de productos nanotecnológicos aplicados a la detección y sensoramiento (Crow y Sarewitz, 2000). A grandes rasgos, se podría decir que la nanotecnología cumple dos funciones interligadas: a) hace el producto más sensible a su entorno, y b) reacciona al entorno, evitando interferencias nocivas para el funcionamiento del producto, corrigiendo impactos no deseados, o generando ventajas al apropiarse de condiciones que antes no podían ser aprovechadas. En términos generales, podría decirse que la nanotecnología se ha venido orientando hacia la sensibilidad y reacción del producto respecto de su entorno. Esto, sin embargo, puede ser considerado un alcance relativo o un avance incremental a nivel técnico, en la medida que puede verse como una sofisticación de la tendencia preexistente a una mayor automatización y retroalimentación de máquinas e instrumentos. No obstante, en términos económicos, la ampliación de estas capacidades por la nanotecnología puede conducir, muy rápidamente, a una notoria diferenciación de productividad frente a procesos productivos competitivos que no utilizan estas ventajas y, consecuentemente, a un rediseño importante de la división internacional del trabajo y la distribución de la riqueza social. Esta cuestión ha sido muy poco explorada en los debates actuales en torno a la nanotecnología. Nos ocuparemos de ella en la tercera sección. Antes nos detendremos en las controversias que han alcanzado mayor gravitación pública.

³ Eric Drexler es reconocido como “padre de la nanotecnología”. Su libro *Engines of Creation* (1986) difundió su visión radical y futurista de la nanotecnología. Drexler habla de nanomáquinas ensambladoras, capaces de reordenar átomos para construir los más diversos productos –*molecular assemblers*. Al plantear que estas máquinas deberían ser capaces de auto-replicarse para construir productos suficientemente grandes para uso humano generó una gran po-

2. CONTROVERSIAS SOBRE LAS IMPLICACIONES SOCIALES DE LA NANOTECNOLOGÍA

Como toda nueva aplicación tecnológica, la nanotecnología no escapa a controversias sobre su función e impacto social. Según los apologistas de la nanotecnología, como algunos voceros de la National Science Foundation de los Estados Unidos, sus implicaciones serán ampliamente benéficas. El proceso de producción *bottom-up* eliminará el desperdicio de la producción, al mismo tiempo que la producción a partir de los elementos químicos básicos volverá superflua la dependencia de los recursos naturales, los que ya no serán demandados, aliviando la depredación. La aplicación al área de la energía ya consigue producir células fotovoltaicas experimentales más baratas y eficientes y baterías con nanopartículas que maximizan el almacenamiento de la energía. En la medicina, se esperan robots micro-quirúrgicos, implante de sensores de alta capacidad, prótesis de alto desempeño y nanosistemas de distribución de las drogas directamente a las células necesitadas. Mediante bionanotecnología se podrán crear seres vivos novedosos, capaces de cumplir tareas necesarias a los procesos médicos o industriales. En la agricultura, nanosensores harán posible reducir sustancialmente el riego y regular la distribución de nutrientes. Muchas regiones del globo se verán beneficiadas por nanoproducidos capaces de potabilizar agua a costos muy bajos. En el área de la comunicación, se prevén computadores más rápidos y baratos (Roco y Bainbridge, 2001).

Por su parte, los críticos apuntan a una tecnología que puede tener impactos negativos en la salud y el medio ambiente. Las primeras investigaciones sobre los efectos de las nanopartículas en los organismos vivos son preocupantes. Los impactos pueden recaer sobre los consumidores de productos que contienen nanocomponentes, así como afectar la salud de los trabajadores de las nanoindustrias y, si se escapan a la atmósfera, la de cualquier persona.

El siguiente cuadro cronológico da cuenta de experimentos y hallazgos sobre los impactos de nanopartículas en la salud y ambiente, el área en que los debates están más focalizados y documentados. Las informaciones recopiladas muestran que nanopartículas pueden ser tóxicas o perjudiciales para la salud cuando son expuestas al contacto con el cuerpo, ingeridas, inhaladas o inyectadas (RS & RAE, 2004).

lémica y llevó, de hecho, a minimizar esta visión radical de la nanotecnología en los programas de investigación financiados públicamente en los Estados Unidos, así como también a una cierta marginación del propio Drexler. Cf. Wildson (2004); Berube y Shipman (2004).

CUADRO 2. POSIBLES Y PROBADOS DAÑOS A LA SALUD POR NANOPARTÍCULAS

AÑO	HALLAZGO
1997	Nanopartículas de dióxido de titanio/óxido de zinc de filtros solares causan radicales libres en células de la piel, dañando el ADN, en Dunford, Salinaro et al. (1997), "Chemical oxidation and DNA damage catalysed by inorganic sunscreen ingredients", FEBS Letters, 418 (1-2), pp. 87-90.
2002	Nanopartículas acumuladas en los órganos de animales de laboratorio son absorbidas por las células. "Sabemos que los nanomateriales han sido absorbidos por las células. Eso levanta alarmas. Si las bacterias los pueden absorber entonces tenemos un punto de entrada de los nanomateriales a la cadena alimenticia", en Mark Wiesner, Brown, Doug (2002), "Nano litterbugs? Experts See Potential Pollution Problems", Small Times, 15 de marzo <www.smalltimes.com>
2003	"Nanotubos en los pulmones de ratas producen respuestas tóxicas mayores que polvo de cuarzo", en Robert Hunter, Nasa Researcher, Jenny Hogan (2003), "How safe is nanotech? Special Report on Nano Pollution", New Scientist, 177 (2388), 29 de marzo, p. 14.
2003	El Dr. Howard sostiene que cuando menor es la partícula, mayor es su potencial de toxicidad. Las nanopartículas tienen varias rutas para entrar al cuerpo y atravesar las membranas e, inclusive, la barrera de sangre del cerebro, en ETC Group (2003), "Size Matters! The Case for a Global Moratorium", Occasional Paper Series, 7 (1), abril <www.etcgroup.org>
2003	La revista Nature reporta el trabajo del científico Mason Tomson que muestra que las buckyballs (fullerenos) pueden viajar escondidas en el suelo. "Estudios no publicados del grupo de trabajo muestran que las nanopartículas pueden fácilmente ser absorbidas por gusanos permitiéndoles posiblemente moverse hacia arriba en la cadena alimenticia y alcanzar a los humanos", en Brumfiel, Geoff (2003), "A Little Knowledge", Nature, 424 (6946), 17 de julio, p. 246.
2004	Según el Dr. Gunter Oberdorster, las nanopartículas son capaces de moverse fácilmente desde el conducto nasal hasta el cerebro, en Kirby, Alex (2004), "Tiny Particles Threaten Brain", BBC News Online, 8 de enero, <http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/3379759.stm>
2004	Investigadores de la Universidad de Lovaina explican a la revista Nature: "Consideramos que los productores de nanomateriales tienen la tarea de ofrecer los resultados de relevantes estudios de toxicidad para cualquier nuevo material, según las líneas internacionales vigentes sobre riesgo", en Hoet, Meter, Nemmar, Abderrahim y Nemery, Benoit (2004), "Health Impact of Nanomaterials?", Nature Biotechnology, 22 (1), p. 19.
2004	La Dra. Vyvyan Howard presenta los primeros resultados sobre nanopartículas de oro que pueden moverse desde la madre al feto a través de la placenta, en ETC Group (2003), "Size Matters! The Case for a Global Moratorium", Occasional Paper Series 7(1), abril, <www.etcgroup.org>
2004	Científicos de la Universidad de California en San Diego descubrieron que nanopartículas de selenide de cadmio pueden dividirse en el cuerpo humano y causar potencialmente envenenamiento por cadmio, en Mullins, Justin (2004), "Safety concerns over injectable quantum dots", New Scientist, 181 (2436), 28 de febrero, p. 10.

- 2004 La Dra. Eva Oberdorster señala que los buckyballs (fullerenos) causan daños al cerebro en peces jóvenes al mismo tiempo que modificaciones en las funciones de los genes, en Sampson, Mark T. (2004), "Type of buckyball shown to cause brain damage in fish", Eurekalert, 28 de marzo, <www.eurekalert.org>; Weiss, Rick (2004), "Nanoparticles Toxic in Aquatic Habitat, Study Finds", 29 de marzo; Sampson, Mark, T. (2004), "Type of buckyball shown to cause brain damage in fish", Eurekalert, 28 de marzo, <www.eurekalert.org>

Fuente: Datos recopilados por el grupo ETC, tomados de <<http://www.organicconsumers.org/foodsafety/nanobrain040504.cfm>>

La preocupación sobre los posibles impactos ambientales de la nanotecnología es también creciente. El informe de la Royal Society y The Royal Academy of Engineering se pregunta sobre las consecuencias imprevistas de la utilización de nanopartículas para descontaminar el agua o diluir contaminantes. La alta reactividad que tiene la superficie de las nanopartículas puede impactar seres vivos, o alterar los procesos ecosistémicos. El informe sugiere que el uso de nanopartículas que no estén fijadas a una matriz debe ser prohibido en aplicaciones de remediación ambiental, hasta tanto no se demuestren y evalúen los potenciales riesgos (RS & RAE, 2004).

Otra área de inquietud en el terreno ambiental es el destino de las nanopartículas, una vez que los productos que las contienen hayan cumplido su ciclo de vida útil. Conociendo que las nanopartículas se acumulan en el hígado de animales de laboratorio, no sería difícil que desechos, por ejemplo de llantas de auto, liberasen nanopartículas que luego serían absorbidas por células de diversos organismos, entrando así en la cadena alimenticia (Brown, 2002). Un problema similar resulta del eventual escape de nanopartículas de los laboratorios.

Menos predecible es lo que pueda suceder con partículas de materia híbrida –viva e inerte– que se salgan del control. El grupo ETC habla de la plaga verde, dando a entender la posibilidad de un proceso incontrolable (ETC, 2003). Esto ya pasó con los organismos genéticamente modificados que pasaron al ambiente natural,⁴ de manera que bien puede suceder con nanopartículas híbridas.

En resumen, las nanopartículas pueden tener diversos efectos sobre el ambiente. Pueden entrar en la cadena alimenticia, influenciar la biosfera, alterar los ecosistemas y crear nuevos tipos de basura.

Hay aun otros ámbitos en los que la nanotecnología genera temores. Su potencial de aplicación en la industria militar parece ser vasto, incluyendo las

⁴ "Presencia adventicia" es el término usado por la industria biotecnológica para referirse a la contaminación involuntaria de una semilla, grano o producto comestible por otro.

comunicaciones, sensores, diversos dispositivos inteligentes y, por supuesto, armamento. Podrán elaborarse explosivos en miniatura de mayor alcance, mayor densidad energética, aplicados a sistemas miniaturizados que los guíen con mayor precisión al enemigo. En los Estados Unidos, se estima que entre un 26% y un 32% de los fondos federales destinados a la investigación en nanotecnología entre 2000 y 2004 fueron encaminados a la industria militar (Altmann y Gubrud, 2004; Delgado Ramos, 2004). Además de los Estados Unidos, es posible que Israel y China se perfilen como importantes fabricantes de productos de guerra con nanotecnología (Altmann y Gubrud, 2004; Nemets, 2004).

La sociedad en su conjunto parece estar distante de los posibles cambios que la nanotecnología está provocando, aunque debido a la presión de algunas ONGs, entre las cuales destaca el grupo ETC (2003), y a la receptividad de algunos periódicos internacionales,⁵ desde el año 2000 instituciones oficiales de algunos gobiernos como el de los Estados Unidos, Gran Bretaña y otros, comenzaron a promover investigaciones sobre los posibles impactos de la nanotecnología. Existe una discusión académica sobre la necesidad de mayor participación pública en las decisiones sobre el cauce del desarrollo de la ciencia y la tecnología (Crow y Sarewitz, 2000; Guston y Sarewitz, 2002; Cózar Escalante, 2003; Gorman *et al.*, 2004; RS & RAE, 2004; Wilsdon, 2004; Wilsdon y Willis, 2004). Por último, el tema de la regulación de una tecnología que trabaja con manipulación atómica y produce partículas a la misma escala es también objeto de discusión política y académica (WWICS, 2003; Bennett, 2004).

3. IMPACTOS ECONÓMICOS DE LA NANOTECNOLOGÍA Y DISTRIBUCIÓN DE LA RIQUEZA

Los avances tecnológicos suelen ir acompañados de promesas de bienestar social, reducción de la pobreza y erradicación de enfermedades. Así, por ejemplo, la energía nuclear, a partir de la posguerra, prometía generar energía abundante y barata. En las décadas de 1960 y 1970, la revolución verde en la agricultura auguraba el fin de las hambrunas. Más recientes han sido las promesas de cura de la biomedicina y la ingeniería genética. Contrasta con ello el aumento de la pobreza y la desigualdad en el mundo durante los últimos 50 años (Wade, 2004), poniendo en evidencia que los frutos del avance

⁵ El *New York Times*, por ejemplo, publicó varios artículos del periodista B. J. Feder sobre el tema (*New York Times*, 3 de febrero de 2003, 14 de abril de 2003, 19 de mayo de 2003, 7 de julio de 2003, 3 de noviembre de 2003). *The Guardian* hizo otro tanto (28 de abril de 2003, 30 de julio de 2003, 9 de octubre de 2004).

científico-tecnológico son, en realidad, apropiados de manera muy desigual.

Durante el último año, varios estudios han puesto en duda que los beneficios técnicos de la nanotecnología puedan alcanzar a los pobres. El grupo ETC argumenta que son las principales corporaciones multinacionales quienes controlan la producción y éstas, históricamente, no se han orientado a satisfacer las necesidades de los pobres. Por ello, estima que esta nueva revolución tecnológica conllevará a una mayor concentración del poder y la riqueza económica (ETC, 2004b).

Por su parte, el informe de la Royal Society y la Royal Academy of Engineering, titulado *Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties* (RS & RAE, 2004) levanta dudas sobre las ventajas para los países pobres, señalando que los altos costos de desarrollo de nanotecnologías y de formación de personal calificado pondrían a dichos países en desventaja.

El informe *Nanotechnology and the Poor: opportunities and risks*, divulgado por el Meridian Institute en enero de 2005, muestra preocupación por la relación entre nanotecnología y desarrollo. Allí se advierten, por lo menos, dos cuestiones: a) el hecho histórico de que los resultados de las innovaciones tecnológicas han beneficiado preferentemente a pequeñas minorías; y, b) la nanotecnología puede hacer aún menos necesario para los países desarrollados la demanda de trabajo e importación de materias primas de los países en desarrollo (Meridian Institute, 2005).

Otras voces, por el contrario, desligan los potenciales beneficios técnicos de las relaciones sociales, y suponen que la nueva tecnología será benéfica para todos, incluidos los pobres. En este sentido, el reciente informe del UN Millennium Project, Task Force on Science, Technology and Innovation (*Innovation: applying knowledge in development 2005*) considera que la nanotecnología será importante para el mundo en desarrollo, porque implica poco trabajo, tierra y mantenimiento, es altamente productiva y barata, y requiere de modestas cantidades de materiales y energía.⁶ Sin embargo, estas mismas cualidades podrían ser calificadas como perjudiciales, ya que los países pobres disponen justamente de abundante trabajo y, en muchos casos, tierra y recursos naturales.

La revolución tecnológica no es lo fundamental desde un punto de vista económico y social. Lo importante es la medida y la forma en que los cambios tecnológicos impactan la división social del trabajo y la distribución de la riqueza. Esto último está íntimamente asociado a las variaciones en la pro-

⁶ “La nanotecnología será particularmente importante en el mundo en desarrollo, porque requiere de poco trabajo, tierra o mantenimiento, es altamente productiva y barata, y requiere sólo modestas cantidades de materiales y energía”, en *SciDevNet* (2005).

ductividad que las innovaciones pueden ocasionar. A su vez, la forma en que la riqueza derivada de la mayor productividad afecta a la sociedad y se distribuye no tiene que ver sólo con la propia revolución tecnológica, sino también, y en gran medida, con el tipo de relaciones sociales en que la tecnología se aplica y en el contexto de las cuales es desarrollada.

La distribución de la riqueza, en el marco de relaciones capitalistas, está determinada por varios factores. Éstos pueden ser ordenados, a grandes rasgos y en orden secuencial, desde la base de la unidad de producción, donde la productividad del trabajo es el elemento determinante, subiendo hacia el grado de participación en el mercado, y alcanzando luego la esfera de las políticas públicas que rediseñan todo el mecanismo de la distribución de la riqueza.

Si hacemos abstracción de la esfera del comercio y de la política, a nivel del proceso productivo es la productividad el elemento crítico en la determinación de la parte de la riqueza que cada unidad productiva se apropia. La productividad está, a su vez, determinada por tres factores: a) la productividad del trabajo, que depende de la calificación y experiencia de los trabajadores, de la disciplina laboral, y de la motivación y organización en el trabajo; b) la productividad del capital físico en que cristaliza el trabajo acumulado históricamente y donde los cambios tecnológicos se manifiestan de manera determinante; y, c) la productividad derivada de la diferente fertilidad natural.⁷ Las ventajas naturales apropiadas económicamente (renta del suelo en términos económicos) son, a su vez, de dos tipos. Por un lado, están aquellas ventajas que corresponden a diferencias de acceso a los mercados, lo que afecta la velocidad y las condiciones del transporte de mercancías y las comunicaciones en general. Un ejemplo simple lo constituye la localización espacial desigual de dos predios. El más cercano al mercado tiene menores costos de producción y, por lo tanto, una mayor productividad. Por otro lado, están las ventajas que corresponden a la fertilidad del suelo. La empresa que produce en terrenos más fértiles tiene costos de insumos menores, o rendimientos mayores. En cualquier caso, la fertilidad actúa como palanca en la productividad.

En términos de la calificación del trabajo, la revolución de la nanotecnología pronostica fuertes disminuciones de la ocupación en los procesos directamente productivos, y un aumento del personal altamente calificado y científico. Uno de los argumentos que se esgrimen para justificar la fuerte

⁷ “Aunque el concepto [productividad] es perfectamente válido para cualquier factor productivo, suele aplicarse sólo al trabajo: para el capital es más usual el término rentabilidad y para la tierra, rendimiento”, cf. Planeta (1980).

irrupción de China en la carrera de la nanotecnología es el contar con gran número de científicos a bajos costos. Es posible que se acentúe aún más la corrida de científicos calificados del Tercer Mundo para los países más avanzados. Esta polarización del mercado laboral castigará decisivamente a los países más pobres y con menor calificación del trabajo, al tiempo que incrementará, como lo han hecho la informática y la automatización, el desempleo.

En términos del capital físico, las previsiones no son diferentes. A la fecha, la nanotecnología requiere de fuerte inversión estatal. Muchos países han desarrollado programas específicos con cuantiosos presupuestos públicos para la investigación. El Cuadro 3 y el Gráfico 1 muestran el rápido crecimiento de las inversiones públicas a nivel mundial y para los Estados Unidos.

CUADRO 3. FONDOS PÚBLICOS DESTINADOS A INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN NANOTECNOLOGÍA

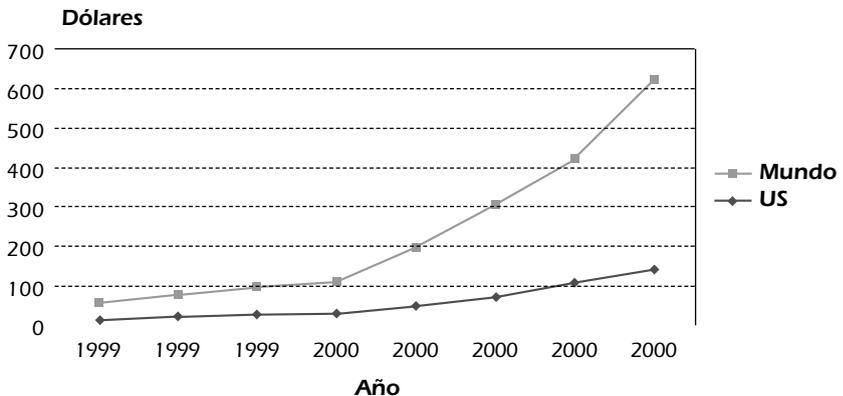
(MILLONES DE DÓLARES ANUALES)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
USA	116	190	255	270	465	697	1070	1400
Mundo	432	559	687	825	1492	2347	3100	4800

Fuente: elaboración propia con datos de Roco, 2003; Lux Research, 2004; Mantovani, 2004.

GRÁFICO 1. FONDOS PÚBLICOS DESTINADOS A INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN NANOTECNOLOGÍA

(MILLONES DE DÓLARES ANUALES)



Fuente: Cuadro 3.

En el año 2004, los fondos federales de los Estados Unidos fueron de mil millones de dólares y los de los estados y gobiernos locales de 400 millones, lo que suma 1400 millones de dólares de fondos públicos (Lux Research, 2004). En Europa, las inversiones públicas fueron de 1.1 mil millones de dólares en 2003 y se supone que crecerán a 1.7 mil millones de dólares en estos próximos años. Los fondos públicos japoneses crecieron de 400 millones en 2001 a 800 millones en 2003. Muchos otros países, como Israel, China, Corea del Sur, Taiwán, Tailandia, Brasil y Sudáfrica, invierten sostenidamente en la investigación de nanotecnologías.⁸ Por cierto, el tenor de las inversiones públicas de los países en desarrollo contrasta con las de los países que ya se perfilaron como líderes en nanotecnología. Brasil, por ejemplo, siendo el país latinoamericano con programas de investigación en nanotecnología mejor organizados, prevé invertir entre 2004 y 2007 alrededor de 28 millones de dólares (*Inovação Tecnológica*, 2005). Esta carrera de inversión pública en Investigación y Desarrollo en nanotecnología está llamada a montar las bases para el despegue de su uso industrial en los diferentes países.

El *The Nanotech Report 2004* elaborado por Lux Research, una empresa líder en investigación y asesoramiento en nanotecnología, analiza las inversiones y estrategias en material de nanotecnología de más de 1.000 compañías. El reporte señala que en 2004 las inversiones en Investigación y Desarrollo serían de cerca de 8.6 mil millones de dólares en todo el mundo, y de ellos 3.8 mil millones provendrían de fondos de las corporaciones y 4.8 mil millones lo harían de fondos gubernamentales. Pero advierte que 2004 podría ser el último año en que las inversiones públicas sobrepasen a las privadas, una vez que la industria está comenzando a dar resultados comerciales y tenderá a acentuar la inversión en I&D (NanoxChange, 2004).

Es difícil que la inmensa mayoría de los países en vías de desarrollo tenga las condiciones financieras, de infraestructura y humanas para poder incorporarse a la ola nanotecnológica. Inclusive muchos de los países desarrollados tendrán que optar por determinadas ramas de la nanotecnología, donde se consideren más fuertes. Aunque en los países en desarrollo existen expectativas en las posibilidades de *catching up*, puesto que se trata de un área nueva donde no pesan décadas de desfase en las trayectorias científico-tecnológicas, las áreas que estos serán capaces de disputar con los grandes productores serán aún más limitadas. El resultado será una marcada

⁸ “Researchers at the University of Toronto Joint Centre for Bioethics have classified these countries as ‘front-runners’ (China, South Korea, India) and ‘middle ground’ players (Thailand, Philippines, South Africa, Brazil, Chile). In addition, Argentina and Mexico are ‘up and comers’: although they have research groups studying nanotechnology, their governments have not yet organised dedicated funding”, en *SciDevNet* (2005).

división internacional del trabajo. Hasta cuándo los productos “tradicionales” podrán competir con productos semejantes que incorporan tecnología nano es algo que dependerá de los costos relativos y de las diferencias de eficacia, pero la competencia puede conllevar una agudización de la desigualdad mundial. Ciertamente, las grandes corporaciones también podrán ser tambaleadas por los nuevos patrones competitivos impulsados por el cambio tecnológico. En un análisis preparado para el Credit Suisse First Boston, titulado *Big Money in Thinking Small*, Mauboussim y Bartholdson escriben: “Pensamos que debido al arribo de la nanotecnología nuevas compañías van a desplazar a un alto porcentaje de las líderes actuales. La mayoría de las compañías en el índice industrial Dow Jones de hoy en día difícilmente estarán allí de aquí a 20 años” (Center for Responsible Nanotechnology, s/f).⁹

Esta agudización de la inequidad mundial no debe ser entendida solamente a nivel de países sino también a nivel de la población. Es posible que determinados países despunten con la venta de nanomateriales o productos que los incorporan. Se habla, por ejemplo, de China como posible gran competidor en nanotextiles. Pero que el país como unidad se vea beneficiado no significa que en su interior no se agudice la diferenciación social, como resultado del desplazamiento de las empresas que no consiguen adaptarse a los cambios, la reducción del empleo manual y el aumento del estrecho sector de los trabajadores altamente calificados y del personal científico-técnico.

Desde el punto de vista de los países, muchos elementos entran en juego, entre ellos la amplitud y la profundidad de la investigación y el desarrollo en nanotecnología, el peso de las inversiones federales y el tamaño de su mercado. Un elemento adicional muy importante será el grado en que el poder público pueda establecer mecanismos de integración vertical entre los sectores productores de nanopartículas y las empresas que son potenciales compradores. Si no fuese así, podría ocurrir un desfase entre los productores de nanopartículas aplicables a diferentes ramas y las empresas que producen productos finales, si estas últimas tuvieran dificultades para incorporar las nanopartículas como insumos en sus procesos productivos. Esto, de hecho,

⁹ El Center for Responsible Nanotechnology (s/f) se interroga: si la producción nanotecnológica es de propiedad o control exclusivo, ¿creará el mayor monopolio del mundo, con potencial extremo de prácticas anticompetitivas abusivas? Si no es controlado, la habilidad de copias baratas ¿implicará que aun los diseñadores y marcas de mercado no serán retribuidos? Se requiere de más estudio, pero parece claro que la manufactura molecular puede trastornar la estructura económica presente, reduciendo en gran medida el valor de muchos recursos materiales y humanos, incluyendo mucha de la actual infraestructura. A pesar de las esperanzas utópicas postcapitalistas, es incierto que pueda aparecer a tiempo un sistema de reemplazo aceptable para prevenir las consecuencias humanas del desplazamiento masivo de empleos. Véase Center for Responsible Nanotechnology (s/f).

parece estar ocurriendo actualmente. A partir de entrevistas realizadas en empresas inglesas productoras de nanopartículas Wilsdon (2004) señala que “las nanopartículas son una solución en busca de un problema”. A pesar de sus variadas aplicaciones potenciales, los productores ingleses dicen carecer de clientes. Esto es confirmado por un reporte aparecido en *Business Week* que, sobre la base de información de Lux Research, señala que a pesar de un futuro promisorio, muchas empresas que venden productos nanotecnológicos enfrentaron dificultades financieras en 2004 (Baker y Aston, 2005).¹⁰

Debemos, en fin, considerar cómo incidirá la nanotecnología en las ventajas naturales en la productividad. En este sentido, ya fueron significativas las consecuencias de la revolución de la microelectrónica, la informática y el satélite. Estas tecnologías permitieron suprimir muchos de los costos derivados de las desventajas naturales de localización. El costo de transmitir un mensaje telefónico por el mecanismo antiguo de los cables de cobre aumentaba con la distancia, según los costos asociados con la extensión de la línea telefónica. El costo de transmitir un mensaje telefónico celular vía satélite es independiente de la distancia. En este sentido, se puede decir que la aplicación del satélite a las telecomunicaciones suprimió muchas de las barreras naturales de distancia y, con ello, la riqueza (renta del suelo) apropiada como consecuencia de dichas ventajas naturales.

Puede trazarse un paralelismo con la nanotecnología. La revolución de la nanotecnología, en la medida de su actual alcance (como nanopartículas que hacen al producto final más sensible al entorno, capaz de transformar el entorno a sus necesidades, capaz de utilizar elementos del entorno de forma novedosa o más eficientemente que otras tecnologías), permite suprimir muchos de los costos derivados de las desventajas naturales de fertilidad cuando es aplicada, por ejemplo, a la producción agropecuaria. Nanosensores aplicados a la agricultura podrán hacer que explotaciones de áreas menos húmedas o menos fértiles compitan ventajosamente con las más fértiles. Si efectivamente la nanotecnología redujera la demanda de materias primas por parte de la industria, disminuiría con ello la renta diferencial que obtienen muchos países en vías de desarrollo con las exportaciones de minerales, hidrocarburos, frutas, carne, madera, fibras textiles, etc. En definitiva, la revolución de la nanotecnología constituye un avance del control de la naturaleza externa por el ser humano que reduce las diferencias naturales en los procesos productivos y los hace depender más de las diferencias de riqueza acumulada (capital físico). Esto podrá tener efectos devastadores sobre muchas

¹⁰ “Un estudio del 2004 de Lux Research encontró que muchos de los 200 suministradores mundiales de nanomateriales básicos no consiguieron entregar lo que prometieron” (Baker y Aston, 2005).

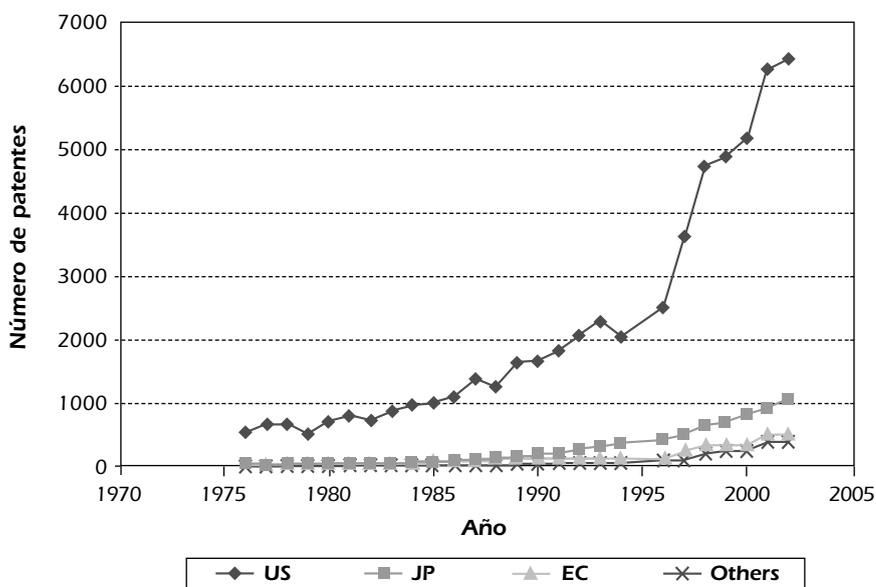
economías mundiales. Como lo señaló el director del grupo ETC, Pat Mooney, el mundo desarrollado podría crear su propio abastecimiento de materias primas, con enormes implicaciones para las industrias y la agricultura de los países pobres (Mantell, 2003). Pongamos un ejemplo hipotético. Supongamos que se sustituye el acero por nanotubos de carbono. ¿Qué impactos tendría esto? En 2004 el Brasil exportó un millón de toneladas de acero, lo que representó algo más del 18% de sus exportaciones y un monto de 334 millones de dólares. Si la sustitución de nanotubos se hiciera teniendo en cuenta exclusivamente la resistencia del material, el millón de toneladas sería sustituido por nanotubos y reducidas las exportaciones entre 50 y 100 veces, pasando el Brasil a exportar entre 10 mil y 20 mil toneladas, y a recibir entre 3,3 y 6,7 millones de dólares.

Por último, no es menospreciable el argumento político de que poco contribuirá la nanotecnología a una mejor distribución de la riqueza en virtud de que son las grandes corporaciones multinacionales la punta de lanza de esta revolución (ETC, 2004b). El reporte *The CEO's Nanotechnology Playbook*, realizado por Lux Research, conteniendo los resultados de entrevistas en profundidad a ejecutivos de 33 corporaciones multinacionales evidencia claramente el perfil de las empresas que están haciendo grandes inversiones en nanotecnología. Las empresas consultadas tienen más de 5 mil millones de dólares en retornos anuales, ventas medias de 30 mil millones el año pasado, emplean una media de 46.000 personas en diversas ramas (manufactura, materiales, electrónica, salud y ciencias de la vida) y están localizadas en Norteamérica, Asia y Europa. Además de sus inversiones en ascenso, estas empresas están estableciendo asociaciones con los sectores públicos, las universidades y otros agentes (Azonano, 2005).

En el contexto competitivo actual no se puede esperar que los resultados de la nanotecnología se conviertan en mercancías de libre acceso. Ya se ha trabado una lucha fuerte por las patentes de productos que incluyen nanopartículas, lucha que encierra una paradoja interesante. Por tratarse de partículas elementales (átomos y moléculas), que bien pueden ser consideradas parte de la naturaleza, los productos nanotecnológicos podrían no ser pasibles de patente. Sin embargo, se argumenta que sí lo son, puesto que las nanopartículas no se hallan en tal estado en la naturaleza. La siguiente cita es elocuente de esta paradoja: “Es verdad que no se puede patentar un elemento encontrado en su forma natural, sin embargo, si se crea una forma purificada de ese elemento que tenga usos industriales –por ejemplo, el neón– tenemos una patente segura” (Lila Feisee, directora de Relaciones Gubernamentales y Propiedad Intelectual de BIO, Biotechnology Industry Organization, citado por ETC, 2004b). La patente es la garantía de ganancias monopólicas durante veinte

años, algo que ciertamente conspira contra la rápida difusión de los potenciales beneficios de esta tecnología.¹¹ El Gráfico 2 ilustra el rápido crecimiento de las patentes en productos con nanomateriales.

GRÁFICO 2. NÚMERO DE PATENTES EN NANOTECNOLOGÍA



Fuente: Roco (2003).

Aun más paradójico resulta el doble comportamiento de las corporaciones que producen nanopartículas, especialmente cuando procuran evadir los cuestionamientos públicos sobre sus potenciales efectos negativos en la salud o en el medio ambiente. Por un lado, evitan someter sus productos al análisis toxicológico con el argumento de que no están introduciendo ningún ele-

¹¹ “Monsanto tiene un acuerdo con la empresa nanotecnológica Flamel para desarrollar su herbicida Roundup (glifosato, conocido en México como Faena) en una nueva formulación en nanocápsulas. El principal objetivo de este acuerdo es lograr una extensión de su patente por otros 20 años. Pharmacia (ahora parte de Pfizer), tiene patentes para fabricar nanocápsulas de liberación lenta usadas en ‘agentes biológicos como fármacos, insecticidas, fungicidas, plaguicidas, herbicidas y fertilizantes’. Syngenta patentó la tecnología Zeon, microcápsulas de 250 nanómetros que liberan los plaguicidas que contienen al contacto con las hojas. Ya están a la venta con el insecticida Karate, para uso en arroz, pimientos, tomates y maíz. Syngenta también

mento nuevo, sino trabajando a nivel atómico con los ya conocidos.¹² Por otro lado, cuando se trata de patentar, la novedad se vuelve un requisito, y los nanoproductos son presentados como algo nuevo. Por cierto, la reglamentación no acompaña con la misma velocidad los cambios técnicos, de manera que las industrias se respaldan en la falta de indicación por parte de la ley para someterse a exámenes de toxicidad. El documento de discusión 2003-6 del Woodrow Wilson International Center for Scholars refleja toda esta contradicción entre la realidad de las nanopartículas y la ambigüedad de la reglamentación norteamericana, y concluye indicando la necesidad de reformar la reglamentación de la *Toxic Substance Control Act* (TSCA) de los Estados Unidos (wwics, 2003).

Si el imperialismo clásico se caracterizó por la apropiación violenta y política de las riquezas naturales de países más atrasados por parte de las naciones capitalistas más pujantes, las revoluciones tecnológicas de fines del siglo XX, como la biotecnología, la optomicroelectrónica y el satélite –y ahora la nanotecnología– tienden a convertir en superfluas las ventajas de los países que disputan su lugar en la división internacional del trabajo sobre la base de la exportación de riquezas naturales o de su mano de obra barata. Es claro que éste es un proceso competitivo, donde los costos relativos de producir incorporando nanoproductos o sin ellos determinará el grado y la velocidad de la ruina de los últimos. Pero, por el accionar de las propias leyes del mercado, es de esperarse que la nanotecnología traiga consigo una profundización de la desigualdad en el nivel mundial.

CONCLUSIONES

La nanotecnología responde a procesos técnicos novedosos (manipulación directa de átomos y moléculas, y aplicación a materia viva y no viva). Sus usos actuales y potenciales abarcan diversas ramas de la economía. Existe controversia acerca de sus posibles impactos sobre el medio ambiente y la salud, y se teme que pueda tener gran capacidad para ampliar el poder destructor de la industria bélica. A pesar de la emergencia reciente de varios grupos

tiene una patente sobre una nanocápsula que libera su contenido al contacto con el estómago de ciertos insectos (lepidóptera)". Cf. Ribeiro (2004).

¹² Un informe de 2004 de la Dirección General de Protección a la Salud y al Consumidor de la Unión Europea señalaba, por ejemplo, que "algunas de las nano partículas que se están diseñando son motivo de serias preocupaciones", "no pueden predecirse (o derivarse) los efectos adversos de las nano partículas a partir de la toxicidad del material conocido en su versión macro", en ECCHCP (2004).

organizados en torno de estas cuestiones, aún es muy escasa la participación de la sociedad civil en la toma de decisiones sobre la investigación y los usos de la nanotecnología.

En términos de sus impactos sociales, tiende a prevalecer una posición que presenta la nanotecnología como benéfica para todos, incluyendo los países y la población pobre. Se hace énfasis en las posibilidades de abaratar los procesos de descontaminación, de generación y almacenamiento de energía, la producción en general, así como en el combate más eficiente de enfermedades. Esta perspectiva pone claramente la tecnología en una posición neutra, capaz de tener efectos positivos, sin considerar el contexto de las relaciones sociales en las cuales es generada.

En términos socioeconómicos, y desde una perspectiva que ve la *nanotecnología en sociedad*, pueden visualizarse dos grandes implicaciones. La primera se relaciona con un importante aumento de la productividad en las ramas que apliquen nanotecnología, lo cual hará desventajosa la competencia para aquellos países y sectores más atrasados tecnológicamente. Por la forma en que la nanotecnología se está desarrollando –hacia una mayor sensibilidad y respuesta del objeto respecto de su entorno inmediato– las aplicaciones de la nanotecnología tienden a disminuir las ventajas naturales que inciden en los procesos productivos. Ambos resultados implicarían una redefinición de la división internacional del trabajo, con claras desventajas para los países pobres, cuyas exportaciones se basan en materias primas o en los bajos costos de su fuerza de trabajo.

La segunda implicación social tiene que ver con los procesos de monopolio, garantizados por el sistema de patentes y comandados por las grandes corporaciones transnacionales que se apropian rápidamente del conocimiento científico y técnico desarrollado en instituciones públicas y con fondos públicos. Esto no puede sino llevar a una aun mayor concentración de la riqueza, con los consecuentes perjuicios para las grandes mayorías de la población mundial.

BIBLIOGRAFÍA

Altmann, Jurgen & Gubrud, Mark (2004), “Anticipating Military Nanotechnology”, *IEEE Technology and Society Magazine*, número editado por E. J. Woodhouse, 23 (4), pp. 33-40.

Azonano (2005), “Nanotechnology News. Global corporations are investing heavily in nanotechnology”, <<http://www.azonano.com/news.asp?newsID=468>> (consultado el 12 de febrero de 2005).

- Baker, Stephen y Aston, Adam (2005), "The Business Of Nanotech", *Business Week*, 14 de febrero.
- Bennett, Michael (2004), "Does existing law fail to address Nanotechnology?", *IEEE Technology and Society Magazine*, número editado por E. J. Woodhouse, 23 (4), pp. 27-325.
- Berube, David & Shipman, J. D. (2004), "Denialism: Drexler vs. Roco", *IEEE Technology and Society Magazine*, número editado por E. J. Woodhouse, 23 (4), pp. 22-26.
- Brown, Doug (2002), "Nano litterbugs? Experts See Potential Pollution Problems", *Small Times*, 15 de marzo de 2002). <www.smalltimes.com> (consultado el 22 de enero de 2005).
- Center for Responsible Nanotechnology (s/f), "Dangers of Molecular Manufacturing", <<http://www.crnano.org/dangers.htm>> (consultado el 24 de febrero de 2005).
- Cózar Escalante, José Manuel (de) (2003), "Nanotecnologías: promesas dudosas y control social", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, 6.
- Crow, M. y Sarewitz, D. (2000), "Nanotechnology and Societal Transformation", paper presentado al *National Science and Technology Council Workshop on Societal Implications of Nanoscience and Nanotechnology*, 28-29 de septiembre.
- Delgado Ramos, G. C. (2004), "Promesas y peligros de la nanotecnología", *Nómadas 9*, Universidad Complutense de Madrid <<http://www.ucm.es/info/nomadas/9/>> (consultado el 14 de febrero de 2005).
- ECCHCP /European Commission, Community Health and Consumer Protection (2004), *Nanotechnologies: A Preliminary Risk Analysis*, sobre la base del Workshop organizado en Bruselas el 1-2 de marzo de 2004 por el Health and Consumer Protection Directorate General of the European Commission.
- ETC group (2003), *Green Goo: Nanobiotechnology comes alive*, Winnipeg, ETC group <www.etcgroup.org> (consultado el 3 de enero de 2005).
- ETC group (2004a), *La inmensidad de lo mínimo: breve introducción a las tecnologías de nanoescala*, <www.etcgroup.com> (consultado el 3 de enero de 2005).
- ETC group (2004b), *Communiqué No. 85*, <www.etcgroup.com> (consultado el 3 de enero de 2005).
- Forbes (2004), *Nanotech Report*, 3 (12), 1-3 <www.forbesnanotech.com>.
- Gorman, M. E., Groves, J. F. y Catalano, R. K. (2004), "Societal Dimensions of Nanotechnology", *IEEE Technology and Society Magazine*, número editado por E. J. Woodhouse, 23 (4), pp. 55-62.

- Guston, David y Sarewitz, Daniel (2002), "Real-Time Technology Assessment", *Technology in Culture*, 24, pp. 93-109.
- Huw Arnall, Alexander (2003), *Future Technologies, Today's Choices. Nanotechnology, Artificial Intelligence and Robotics; A technical, political and institutional map of emerging technologies*, Department of Environmental Science and Technology, Environmental Policy and Management Group, Faculty of Life Sciences, Imperial College London, University of London, A report for the Greenpeace Environmental Trust, <<http://www.greenpeace.org.uk/MultimediaFiles/Live/FullReport/5886.pdf>> (consultado el 20 de febrero de 2005).
- Inovação Tecnológica (2004), *Nanotecnologia terá R\$ 77,7 milhões no orçamento 2004-2007*, <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010175031001>> (consultado el 13 de enero de 2005).
- Lux Research (2004), "Statement of Findings: Benchmarking U. S. States in Nanotech", del Report *Benchmarking U.S. States for Economic Development from Nanotechnology*, <www.luxresearchinc.com>, diciembre de 2004.
- Mantell, Katie (2003), "Developing nations 'must wise up to nanotechnology'", *Sci-Dev.Net*, 4 de septiembre de 2003, <<http://www.scidev.net/News/index.cfm?fuseaction=readNews&itemid=992&language=1>> (consultado el 12 de febrero de 2005).
- Mantovani, Elvio (2004), "Nanotechnology in the world today", ponencia presentada en *Present situation and forecasts of nanotechnology in: materials, health and medical systems, energy*, NRM (nanoroadmap project), Roma, 4-5 de noviembre de 2004, <http://www.nanoroadmap.it/events/first_conference/presentations/mantovani.pdf> (consultado el 20 de febrero de 2005).
- Meridian Institute (2005), *Nanotechnology and the Poor: Opportunities and Risks*, <www.nanoandthepoor.org>.
- NanoxChange (2004), "Nanoxchange. Lux Research Releases", *The Nanotech Report 2004*, Key Findings, <<http://www.nanoxchange.com/NewsFinacial.asp?ID=264>> (consultado el 12 de febrero de 2005).
- Nemets, Alexandr (2004), China's nanotech revolution. AFAR (Association for Asian Research), 23 de agosto de 2004, <<http://www.asianresearch.org/>> (consultado el 12 de febrero de 2005).
- Peterson, Christine L. (2004), "Nanotechnology: from Feynman to the Grand Challenge of Molecular Manufacturing", *IEEE Technology and Society Magazine*, número editado por E. J. Woodhouse, 23 (4), pp. 9-15.
- Phoenix, Chris (2004), "Studying Molecular Manufacturing", *IEEE Technology and Society Magazine*, número editado por E. J. Woodhouse, 23 (4), pp. 41-47.
- Planeta (1980), *Economía Planeta. Diccionario Enciclopédico*, Barcelona, Editorial Planeta.

- Ribeiro, Silvia (2004), "Nanotecnología: del campo a su estómago", UITA –Secretaría Regional Latinoamericana–, Montevideo, Uruguay, <www.reluita.org.uy>, (consultado el 12 de febrero de 2005).
- Roco, Mihail C. y Bainbridge, William (2001), *Societal Implications of Nanoscience and Nanotechnology*, Washington D.C., National Science Foundation, <<http://rachel.org/library/getfile.cfm?ID=217>> (consultado el 20 de febrero 20 de 2005).
- Roco, Mihail (2003), "Broader societal issues of nanotechnology", *Journal of Nanoparticle Research*, 5, pp. 181-189.
- RS & RAE (Royal Society y The Royal Academy of Engineering) (2004), *Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties*, Londres, The Royal Society & The Royal Academy of Engineering <www.royalsoc.ac.uk/policy www.raeng.org.uk> (consultado el 12 de febrero de 2005).
- SciDevNet (2005), *Nanotechnology Quick Guide*, <<http://www.scidev.net/quickguides/index.cfm?fuseaction=dossierfulltext&qguideid=5>> (consultado el 9 de febrero de 2005).
- Wade, Robert Hunter (2004), "Is Globalization Reducing Poverty And Inequality?", *International Journal of Health Services*, 34 (3), pp. 381-414.
- Wilsdon, James y Willis, Rebecca (2004), *See-through Science. Why public engagement needs to move upstream*, Londres, DEMOS.
- Wilsdon, James (2004), "Nanotechnology, Risk, and Uncertainty", *IEEE Technology and Society Magazine*, número editado por E. J. Woodhouse, 23 (4), pp. 16-21.
- WWICS (Woodrow Wilson Internacional Center for Scholars) (2003), *Nanotechnology & Regulation. A Case Study using the Toxic Substance Control Act (TSCA)*, <www.environmentalfutures.org/nanotech.htm> (consultado el 12 de febrero de 2005).

LA DIFÍCIL CONSECUCCIÓN DE LA EVIDENCIA CIENTÍFICA: LA EVALUACIÓN DE RIESGOS DE LA SACARINA*

JORDI VALLVERDÚ I SEGURA**

RESUMEN

Cuando surgen divergencias en torno de la causalidad de un evento o de la consecución de evidencia suficiente sobre los hechos estudiados suelen aparecer controversias científicas. La evaluación de riesgos implica un uso multidisciplinar de prácticas científicas que dificulta el consenso y estimula las controversias. La clausura de tales controversias se torna altamente compleja. El artículo utiliza un estudio de caso que abarca un lapso temporal amplio, el transcurrido entre el descubrimiento (1876) y la declaración de inocuidad (2000) de la sacarina, el primer edulcorante sintético de la historia y de gran uso en las sociedades de nuestros días. A través del caso, se propone una reflexión sobre la dificultad que se presenta cuando se trata de establecer relaciones causales claras y un consenso sobre la evidencia científica en los procesos de evaluación de riesgos.

PALABRAS CLAVE: CAUSALIDAD, EVIDENCIA, CONTROVERSIA, EVALUACIÓN DE RIESGOS, SACARINA.

INTRODUCCIÓN

Aunque en 1913 Bertrand Russell afirmó que “la ley de la causalidad [...] es la reliquia de una edad pasada, superviviente, como la monarquía, debido únicamente a que se ha supuesto que no es dañina [...]. El principio ‘la misma causa, el mismo efecto’, que los filósofos consideran vital para la ciencia, resulta, por consiguiente, del todo superfluo” (Suppes, 1970, p. 5), todos establecemos relaciones causales en nuestras vidas, con mayor o menor fundamento. Que el verano sigue a la primavera, que el hijo procede de la madre, que un robo indica que hubo un ladrón, que si dejo caer un objeto éste caerá al piso... la lista podría extenderse indefinidamente.

Lo cierto es que diariamente nos enfrentamos a la necesidad de establecer relaciones de causa-efecto entre diversos sucesos. Por ejemplo: ¿es segu-

* Este artículo forma parte de los resultados obtenidos en el trabajo de tesis doctoral “Marco teórico de las controversias científicas: el caso de la sacarina”, defendida en mayo de 2002 en la Universitat Autònoma de Barcelona, Catalunya, España, tesis disponible gratuitamente en formato electrónico PDF en la dirección <www.tdx.cesca.es/TDX-1030103-163918>.

** Departament de Filosofia, Universitat Autònoma de Barcelona

ro para nuestra salud cierto material de construcción con el que revestimos nuestros hogares?, ¿los componentes retardantes de ignición de los juguetes infantiles permanecen siempre inocuos?, ¿son peligrosos los productos químicos diluidos en el agua potable que fluye por nuestras casas?, ¿resultan peligrosos los campos electromagnéticos?... Éstas y muchas otras acuciantes preguntas son algo cotidiano para los científicos a los que se les encomiendan estudios de evaluación de riesgos, los que deben responder con exactitud a probables relaciones de causalidad entre ciertas prácticas o hábitos (de transporte, deportes, construcción, alimentación...) y ciertos efectos (cáncer, muerte, enfermedad, accidente...).

Lo cierto es que vivimos en un entorno social en el que el riesgo constituye una fuente de preocupación de las sociedades industrializadas, como demuestra y valida la obra del sociólogo alemán Ulrich Beck (1998a), quien ha creado un exitoso concepto para definir tal estado de la situación: la “sociedad del riesgo” (*Risikogesellschaft*, en el original germano). Según el propio Beck, ante los desastres nucleares, la contaminación atmosférica o el recalentamiento terrestre no hay fronteras nacionales que valgan. Todos estamos expuestos a sus efectos, puesto que compartimos planeta.

Pero algunos expertos –los expertos en el análisis de riesgos– se ocupan de trabajar con el riesgo, disminuir la incertidumbre y alejar la ignorancia sobre los sucesos del mundo. La complejidad inherente a los modelos de evaluación de riesgos dificulta la consecución de evidencias satisfactorias, lo que propicia la aparición de controversias científicas de difícil y múltiple clausura. En este artículo nos proponemos analizar la naturaleza de los problemas científicos de la evaluación de riesgos a través de un estudio de caso, el de la sacarina, el primer edulcorante artificial de la historia y con un largo periplo de vicisitudes a sus espaldas. A partir de una aproximación histórica, que abarca desde su creación en el año 1879 hasta el fin de las acusaciones sobre su toxicidad en el año 2000, podremos ilustrar las razones de la dificultad que se presenta cuando se intenta lograr la evidencia científica y los factores no epistémicos que intervienen para dificultar dicho objetivo.

Nelkin (1979), Mazur (1981), Markle y Petersen (1981), Collins (1975, 1983), Collins y Pinch (1982), Jasanoff (1994), Engelhardt *et al.* (1987), Petersen y Markle (1987), Dascal (2001) y Brante *et al.* (1993) han desarrollado desde múltiples perspectivas los Estudios de Controversias Científicas (Scientific and Technologic Controversies, o STC). La obra de Engelhardt *et al.* de 1987 supuso un punto de partida fundamental en este tipo de estudios, aunque se centraron fundamentalmente en los procesos de clausura de las controversias. La idea subyacente a estos estudios es simple y eficiente: diseñar explicaciones diversas para explicar el modo según el cual las controver-

Si bien podemos considerar que existen ámbitos diferenciados de actuación (las dos culturas de C. P. Snow, 1951), en las controversias sobre ciencia y, especialmente, sobre la ciencia del análisis de riesgos, hay momentos en los que las controversias no pueden adscribirse de forma absoluta a uno de los ámbitos citados. Además, debemos tener en cuenta el papel que ha estado desempeñando la sociedad civil desde la segunda mitad del siglo XX, y los nuevos mecanismos de comunicación y traducción de la información científica (sometida a la fractura del modelo clásico en el que el periodista era el intermediario entre los científicos y la sociedad). De esta manera, nuestro modelo permite analizar las áreas de encuentro de todos estos participantes y distinguir dentro de lo posible la naturaleza de la controversia y los agentes participantes. Denomino la zona central de confluencia de todas las áreas “controversia de máxima magnitud”. Es lo que sucedió a fines del año 1977, cuando empresas fabricantes de sacarina, organizaciones reguladoras, gestores políticos y grupos de sociedad civil implicados² (diabéticos, en su mayoría) dan lugar a un debate a gran escala (incluso internacional) a través de diversos canales (televisión, revistas especializadas, prensa popular, radio, debates...) donde los valores a tener en cuenta son tanto de tipo epistémico como no-epistémico. Pero al mismo tiempo existe un debate que sólo afecta a investigadores, o, más bien, existen múltiples debates en cada uno de los grandes actores participantes en la polémica.

Veremos, por tanto, que el estudio de la sacarina requiere una concepción amplia, casi diría yo conceptualmente paradigmática, del contexto en el que se produce. En primer lugar, de su evolución histórica, en la que se localizan los orígenes de las acusaciones a partir de intereses económicos claros, a saber, el de los estados monopolísticos y el control por el nuevo alimento básico, el azúcar. En segundo lugar, mediante la delimitación del concepto fundamental de la controversia moderna (1970-2000) sobre la sacarina: su carcinogenicidad, es decir, sus supuestas propiedades cancerígenas. Si uno es acusado de algo, debe saber exactamente de qué lo está siendo. El concepto de “cáncer” y sus orígenes nos aparecerá como algo esquivo y no exento de polémica, lo que contribuirá de forma clara a dificultar un consenso sobre las propiedades cancerígenas (sin saber exactamente qué

² Que ya por la década de 1990 constituían una sociedad civil transnacional, no organizada políticamente pero que defiende y realiza acciones de toma de decisiones y presiones de poder todavía no legitimadas democráticamente, aunque poco a poco incluidas dentro de los modelos de análisis de controversias (Beck, 1998b). Las ideas de la caracterización de riesgos (NRC, 1996) o del uso de la opinión civil en el principio precautorio (EEA, 2001, punto 16.2.8) son una muestra de la implementación reciente de las decisiones públicas en los modelos de tomas de decisiones relativas a los riesgos. En esta línea argumentativa defendí una comunicación, “La ‘indefensión’ de la

queremos decir con esto).³ Por tanto, el hilo argumental en torno de la pregunta sobre la relación entre ingesta de sacarina y cáncer será interrumpido con tal de poder demarcar el sentido del término. Bajo esta perspectiva, la disciplina científica implicada en el análisis de estas relaciones entre sacarina y cáncer será la de la toxicología. También ésta resulta modificada radicalmente durante el transcurso de la polémica, como por ejemplo el establecimiento del concepto de sustancia segura a través de la idea de “riesgo cero” (de la *Delaney Clause*) para llegar a la idea de umbral o Ingesta Diaria Aceptable (IDA). Tampoco están claros los modelos causales sobre el cáncer en relación con la idea de umbral de exposición a una sustancia (bajo los modelos divergentes: lineales, supralineales, horméticos o de umbral).

Una vez expuesta la historia de la sacarina, clarificado el concepto fundamental de “cáncer” y analizada la disciplina que se dedica a ver las relaciones entre sacarina y cáncer –la toxicología–, el próximo paso del artículo consiste en explicar los métodos existentes en los modelos de análisis de riesgos, para después aplicarlos al caso de la sacarina, que retomamos en su aspecto más internamente científico. En este apartado, el quinto, se analizará con detalle la bibliografía científica relativa a la polémica moderna de la sacarina, con tal de poder extraer algunas conclusiones respecto de la complejidad de la toma de decisiones científicas en contextos donde la pluralidad y la variedad de resultados experimentales permiten la duda. Es en el análisis de la ciencia a través de sus propios textos que emergen o se plantean los problemas de las disciplinas bajo análisis.

Por ello mismo, por las dudas persistentes en torno al modelo de análisis de riesgos, nos planteamos finalmente la necesidad de ampliar los mecanismos para tomar decisiones científicas bajo certidumbre limitada y conflictiva, reflexionando al mismo tiempo sobre la posibilidad de ampliar el papel de la sociedad civil en estos procesos de toma de decisiones. La evidencia científica no es algo inmediatamente dado ni un constructo artificial descontrolado. En el término medio, y a través de una cantidad de datos suficiente que avale nuestras tesis, encontraremos la forma de construir modelos de análisis y comprensión de la ciencia más fidedignos y al mismo tiempo críticos. Pasemos pues al primer apartado.

sociedad civil ante el asesoramiento de riesgos de cáncer: democracia y participación política en controversias del cáncer”, en el I Congreso Iberoamericano de Ética y Filosofía Política, celebrado en la Universidad de Alcalá (Madrid, España), los días 16-20 de septiembre de 2002.

³ Se verá a lo largo del artículo que la decisión sobre la propiedad de crear un cáncer o reconocer que algo lo es dependerá de muchos factores, tales como la especialidad del experto o la disciplina aplicada.

1. EL ESTUDIO DE CASO: UNA APROXIMACIÓN A LA HISTORIA DE LA SACARINA

Una noche de junio de 1878, Constantin Fahlberg volvió a cenar a su casa tras haber estado investigando sobre la oxidación de las o-Toluolsulfamidas junto con el profesor Ira Remsen. Las o-Toluolsulfamidas proceden del tolueno, hidrocarburo aromático compuesto que deriva a su vez del benceno (este último compuesto tuvo un papel de vital importancia en la industria alemana metalúrgica y química durante el siglo XIX, por lo que fue estudiado con suma atención). Al tomar un trozo de pan, notó un gusto dulce que lo llevó a preguntarse por el motivo de ello (Clemens, 1954). Pronto advirtió que debía proceder de restos de la sustancia con la que había estado trabajando todo el día y que había pasado de los instrumentos de ensayo a sus manos y de éstas al pan. Aunque hoy en día se consideraría su proceder como una grave infracción de las Good Laboratory Practices, el hecho es que un cúmulo de casualidades había propiciado la obtención de la ortobenzol-sulfamida, es decir, lo que pronto se denominaría *sacarina*.⁴ Ambos publicaron en el año 1879 “Über die Oxydation des Orthotoluolsulfamide” en los *Berichte* (12) los procesos para obtener sulfinida benzoica, además de otros artículos sobre el mismo tema.⁵

Fahlberg, un especialista en la química del azúcar, pronto reconoció las potencialidades comerciales de la nueva sustancia. De hecho, el descubrimiento se debía a una doble casualidad: por un lado, la sacarina había sido descubierta por mero azar durante una investigación detallada con otras finalidades; por otro, la presencia de Fahlberg en el laboratorio de Remsen era un caso especial. Trabajador independiente en la industria del azúcar, no en vano había realizado sus estudios universitarios con Carl Bernhard Wilhelm, un eminente químico del azúcar; Fahlberg había sido contratado en Nueva York por la empresa H. W. Perot Import Firm de Baltimore. Tal empresa tenía embargada una importante cantidad de azúcar de importación debido a supuestas impurezas presentes en ésta. Fahlberg tenía que testificar en el jui-

⁴ La sustancia recibió con el tiempo muchos nombres en el nivel comercial, como “Hydrazucker”, “Cristallose”, “Nektarin”, “Sucrin”, “Sykorin”, “Sykrose” o “Stüßstoff Höchst”, “Antidiabetin” (en Francia), “Glusidum” y “Gluside” (en Inglaterra, según la *British Pharmacopoeia*), “Agucarina”, “Garantose”, “Glycophenol”, “Glycophenin”, “Glycosin”, “Saccharinol”, “Saccharinose”, “Sucre de nouille”, “Kunztzucker”, “Zuckerin”, “Sugerol”, “Zuckerkranken”, “Zaharina”, “Sykose”, “Hermesetas”, “Kandiset”, “Saxin”, “Sucre Edulcor”. Cf. Beyer (1918), pp. 15-100, Arnold (1983), p. 184, y Merki (1993), p. 100.

⁵ “On the Oxidation of Substitution Products of Aromatic *Hydrocarbons*”, IV: “On the Oxidation of Ortholtoluenesulphamide”, *American Chemical Journal*, vol. 1 (1879-1980), pp. 426-438.

cio contra el gobierno norteamericano en calidad de químico de la empresa, defendiendo por tanto los intereses de la Perot Import Firm. Al no disponer del laboratorio necesario, la empresa alquiló parcialmente las mejores instalaciones de la ciudad, el laboratorio de Remsen en la Johns Hopkins University. Allí se conocieron ambos investigadores a fines de enero de 1878. Pasadas ocho semanas, Fahlberg había concluido sus investigaciones, aunque el juicio todavía no había comenzado. Ya que disponía de tiempo libre, Fahlberg le propuso a Remsen ayudarlo durante el lapso de tiempo restante. De este modo, ambos científicos iniciaron su breve andadura en común, aunque sus personalidades y su enfoque de la profesión no sólo los separarían sino que incluso los llevaría al enfrentamiento, enmarcado dentro del ámbito de lo puramente científico.

Fahlberg viajó en 1882 a Salbke-Westerhüsen con el fin de visitar a su tío Adolph List, un industrial con residencia en Leipzig. Ambos estuvieron de acuerdo en el prometedor futuro de la industrialización a gran escala de la sacarina y crearon una fábrica, *Fahlberg, List & Co.* Las patentes alemana y europea ya habían sido solicitadas, sin notificárselo a Remsen.⁶ Desde sus inicios la fábrica tuvo problemas con la población de esta localidad, pues emitía un olor desagradable durante la factura del edulcorante. Pero los problemas más graves serían los que iban a enfrentar a la sacarina con la poderosa industria del azúcar. De hecho, a fines del siglo XIX, la industria azucarera era la principal industria europea.⁷ El azúcar había devenido un alimento primordial de la dieta (“Eau de Vie”, *agua de la vida*, se la denominaba a fines del siglo XIX),⁸ y la lucha por su control llevó por ejemplo a la Francia Revolucionaria al desarrollo del azúcar de remolacha con tal de escapar del monopolio marítimo de la hostil Inglaterra.⁹ En 1889 Fahlberg se topa con nuevos problemas: esta vez los competidores directos en la fabricación, que han encontrado y patentado nuevos métodos de fabricación de sacarina. Los

⁶ Patentes: *U.S. Patent* 319.082y326.281 en los Estados Unidos; *Deutsches Reich Patent* 35.717 en Alemania. Para un desarrollo más detallado del contenido de las patentes expuestas y de las que se siguieron, cf. Ullmann (1915), pp. 347-349, y Priebe (1980), p. 557.

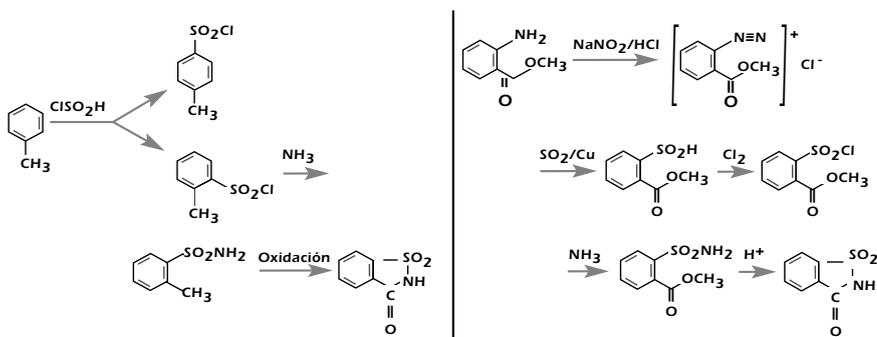
⁷ Grandmougin (1919: 68). Cabe recordar que en 1905 Albert Einstein leyó su tesis doctoral, que versaba sobre las dimensiones moleculares... del azúcar. La *Dissertatio* tenía por título “Eine neue Bestimmung der Moleküldimensionen” (“Una nueva determinación de las dimensiones moleculares”), y fue presentada en la Universidad de Zürich. Olbrich (1989), p. 195.

⁸ Olbrich (1989), p. 199.

⁹ “En 1810, Francia desea escapar del monopolio comercial británico, de manera que investiga sobre nuevos métodos de obtención de azúcar, al tiempo que Napoleón da alas no sólo al cultivo de la remolacha sino también a la industria indígena del azúcar, actividades todas ellas que tuvieron éxito”, Jagnaux (1891), vol. 2, p. 673. Unos años más tarde, se produciría la con-

principales métodos de fabricación remitirán no tan sólo a una discusión económica, sino que tendrán una importancia vital para determinar el tipo de impurezas aparecidas durante la fabricación mediante uno u otro método. La futura discusión sobre la posible carcinogenicidad pasaría en parte por la discusión respecto de las propiedades no de la sacarina, sino de las impurezas que ésta contenía, y el tipo de impurezas dependía en gran medida del método de fabricación empleado. Debemos tener en cuenta que en función del método químico seguido para la obtención de sacarina, pueden hallarse en la misma hasta 31 impurezas distintas (por el método de Fahlberg), y 23 (en el de Maumee) (Arnold, 1983; Cranmer, 1989). Más tarde, cuando el debate se centró en la carcinogenicidad de la sacarina, se atribuyó a uno de sus metabolitos –la OTS (ortotoluenosulfamida)– las propiedades propiamente carcinogénicas. Es decir que cuando se analice científicamente la toxicidad de la sacarina deberemos especificar el método de fabricación. La sacarina no es algo absoluto e inequívoco, sino que depende del fabricante y de la fórmula.¹⁰ La muestra analizada en un experimento determina los resultados experimentales.

FIGURAS 2 Y 3. MODELOS DE FABRICACIÓN FAHLBERG (IZQUIERDA) Y MAUMEE (DERECHA)



frontación franco-prusiana, utilizada por los investigadores químicos con la intención de solicitar mayores inversiones en la investigación química por el bien de la nación: “En Francia, en vísperas del conflicto franco-prusiano, el modelo alemán era de referencia obligada para reclamar al gobierno laboratorios y fondos de investigación. Adolphe Wurtz, que recaló en Giessen como estudiante, dirige al ministro de *l’Instruction publique*, Victor Duray, un análisis sobre los “Estudios Prácticos Superiores en las universidades alemanas en 1869”. Allí presenta la creación de laboratorios como una inversión nacional, “un capital depositado a gran interés”. Cf. Bensaude-Vincent (1993), p. 133.

¹⁰ No lo había especificado, pero bajo el nombre genérico de “sacarina” se engloban tres formas con peso molecular diferente: la forma ácida (187), la sal sódica con hidratación de equilibrio (217) y la sal sódica dihidratada (241). Uno de los problemas de muchos experimentos posteriores residirá en que en el protocolo de investigación no se mencionaba ni la forma en que

La *Süßkampff*,¹¹ o “guerra dulce”, había comenzado. Aunque Fahlberg comenzó sus estudios toxicológicos privados ya en el año 1886, concretamente en la Königl. Charité-Krankenhaus de Berlín, donde mostraba la inocuidad de la sacarina, los grandes monopolios estatales del azúcar temblaron ante la posibilidad de la pérdida del control del mercado. Era necesario acusar a la sacarina de algo terrible con tal de limitar su consumo e incluso abogar por su prohibición. En 1888, un importante autor – Pierre E. M. Berthelot – afirmaba en el número del 8 de agosto del *Journal des fabricants de sucre*:

[...] la sacarina, en efecto, es eliminada por los riñones, en el momento en que los órganos funcionan correctamente, sin modificación alguna. Pero, por el contrario, los vientres enfermos o fatigados –que son muchos– no la eliminan del todo. Se forman por lo tanto depósitos y el consumo de sacarina debe ser entonces abandonado de forma inmediata. El resto de los seres, los animales (perros, gatos, avispas, etc.) “no quieren tomarla, y esto es un síntoma enfadoso”.¹²

Empezaba la primera era de acusaciones contra la sacarina, consistente en culpar a este edulcorante de provocar problemas pépticos o digestivos.

Estados como España, Austria o los Estados Unidos intentaban al mismo tiempo defender sus monopolios azucareros (fuente importante de ingresos a través de los impuestos), limitar su consumo, estableciendo leyes restrictivas relativas a su fabricación y consumo.¹³ Tras el auge en la demanda y del consumo de sacarina, a pesar de las prohibiciones, en 1908 se celebra *ex profeso* en Bruselas la “International Conference for the Repression of the Use of Saccharin”. La prohibición mundial estaba servida y, al mismo tiempo, empezaba el contrabando bajo las más peregrinas actividades (escondiéndola en ataúdes, en ruedas de bicicletas, en dobles fondos en carretas, en las botas

se había trabajado ni el método por el cual había sido ésta fabricada. La ambigüedad permitió la confusión. Incluso para su purificación, existían ya en 1914 más de 5 métodos, entre los que cabe señalar los de Hilger-Spaeth, Parmeggiani, Bianchi-di Nola, Tortelli-Piazza y Camillo-Perusi, según Beythien (1914), p. 631.

¹¹ El concepto es consignado por Merki (1993) en una obra eminentemente histórica sobre la historia de la sacarina hasta la primera mitad del siglo XX, cuya lectura es muy recomendable.

¹² Sutzer (1890), p. 14.

¹³ En España existe el testimonio de la Real Orden del 9 de enero de 1903, publicada en *La industria química*, en la que se prohibió la importación, fabricación, existencia, venta y circulación de la sacarina o análogos, exceptuando los usos medicinales. El Decreto estipula incluso las aduanas autorizadas para el paso de la sacarina, o las cantidades máximas permitidas a los farmacéuticos (2 kg por envío, con un máximo almacenado de 4 kg). El control estatal se endure-

confundida entre una capa de cloruro de magnesio, en bolsas disimuladas entre la ropa de mujeres, en imágenes de santos).¹⁴ Como país neutral que saca partido de su situación política peculiar en los diversos momentos históricos, Suiza pasará a ser el principal fabricante europeo de sacarina, rodeado de naciones en las cuales su consumo está prohibido. Aunque hubo reticencias iniciales en algunos países como los Estados Unidos,¹⁵ pronto la mayoría de las naciones prohibieron su consumo. No obstante, la crisis suscitada por la Primera Guerra Mundial y el consecuente racionamiento alimentario obligaron a todos los países implicados a retomar la comercialización de la sacarina. Su retorno a los mercados impulsó un consumo masivo que sería de difícil limitación una vez finalizada la contienda.

En el período de entreguerras, surgieron dos bandos con posicionamientos claros: los contrarios (Carlson, 1923) a la comercialización de la sacarina por considerarla tóxica y los defensores de la inocuidad de la misma (Fantus *et al.*, 1923). Irónicamente, un químico español, Molinari (1923, p. 259), reflexionaba:

[...] durante la guerra europea (1914-1918) en todas las naciones por la escasez del azúcar fue ordenado por los gobiernos el empleo de la sacarina y del azúcar sacarinado, porque entonces la sacarina había dejado de ser nociva; y en efecto, a pesar del prolongadísimo consumo, no se manifestó inconveniente alguno. Esperemos que ahora, terminada la guerra, surjan otros hombres de ciencia complacientes dispuestos a demostrar la toxicidad de la sacarina para beneficiar a los fabricantes de azúcar y al fisco.

ción, como podemos ver, extraordinariamente. Había en juego muchos intereses particulares. Con ánimo informativo, indicaré las cantidades de sacarina importadas por España durante el período: 151 kg en el año 1913 (8.711 pesetas), 7 kg en 1916, nula en 1917, 17 kg en 1918, 2 kg en 1920 (108 pesetas) y 16 kg en 1921 (866 pesetas); cf. Molinari (1923, p. 260). Según Beyer (1918), la prohibición en Austria había sido establecida con el fin de defender los intereses de las industrias azucareras: “Hasta la Guerra de 1914, la fabricación de sacarina había estado prohibida en Austria con tal de no perjudicar los intereses de la importante industria del azúcar de remolacha” (p. 104). En España se emitió un “Informe de la Real Academia de Medicina respecto a la sacarina” en el que se afirmaba que la sacarina no era nutritiva, aunque ofrecía ciertas propiedades antisépticas, por lo que “convendría, sin embargo, para disminuir las adulteraciones y escitar, por otra parte, la concurrencia con nuestra producción nacional azucarera, recargar cuanto sea posible los derechos arancelarios de dicha sustancia”, en Faro (1994), p. 113 (extraído de Chicote, 1897). No obstante, la sacarina se continuó empleando en el vino. En los Estados Unidos, la Food and Drug Administration (FDA) no la prohibió completamente hasta 1950, según Epstein (1978), p. 377.

¹⁴ Beyer (1918), pp. 132 y 135.

¹⁵ Fundamentalmente, porque su presidente, Theodore Roosevelt, era diabético y su médico le prescribía sacarina a diario. Se conoce una deliciosa anécdota protagonizada por el presi-

Evidentemente, es lo que sucedió, aunque en 1937, un estudiante de la Universidad de Illinois, Michael Sveda, descubría otro edulcorante artificial, el ciclamato sódico, que sería durante años compañero de fatigas de la sacarina ante los nuevos ataques que sobrevendrían. Fue justamente durante la Segunda Guerra Mundial cuando se extendió la mixtura de ciclamato y sacarina en una proporción de 10:1, respectivamente.

Si durante el período prebélico y bélico las acusaciones en contra de la sacarina se centraban en sus problemas pépticos y en su falta de nutrientes, durante las décadas de 1950 y 1960 la industria azucarera se rebela ante esta última cualidad: al no ser prácticamente metabolizada, la sacarina es completamente excretada. Endulza, pero no engorda. En un contexto donde toda nación industrializada estaba deviniendo una “nación de adictos al azúcar”,¹⁶ las propiedades no engordantes de la sacarina eran otro punto a su favor.

Si bien las acusaciones sobre la carcinogenicidad de la sacarina o del ciclamato habían propiciado la aparición de estudios que indicaban su posible relación con el cáncer (el mal del siglo XX), no fue hasta 1969 que estudios toxicológicos japoneses y norteamericanos¹⁷ relacionaron un metabolito del ciclamato, la ciclohexilamina, con el desarrollo de cáncer de vejiga en ratas macho. El ciclamato resultó fulminantemente prohibido y en un santiamén la sacarina se encontró sola en el mercado de los edulcorantes artificiales, bajo la misma sospecha que el ciclamato.

Tras diversas polémicas sobre aditivos y alimentación, como la que implicó a la investigadora de la FDA Jacqueline Verret (1977), en las que se encontraba la sacarina, en enero de 1977 la misma FDA prohíbe la sacarina. La base de la prohibición es un bioensayo animal canadiense de doble generación que parece indicar la relación entre la ingesta de sacarina y el desarrollo de cáncer de vejiga. Tras presiones de las empresas fabricantes y de los millones de diabéticos fuertemente asociados, la sacarina recibe una moratoria provisional que será ampliada durante diversos períodos hasta el año 2000, cuando finalmente es considerada inocua.¹⁸ Durante estos 23 años, se producirá

dente Roosevelt y el impulsor de la ley Wiley de control alimentario: Harvey W. Wiley. Wiley era un fanático de los productos naturales y no veía con buenos ojos la introducción creciente de productos sintéticos entre los alimentos habituales, por que le recomendó personalmente a Roosevelt que prohibiera la sacarina, a lo que el cáustico presidente objetó tajantemente: “Dice usted que la sacarina es peligrosa para la salud? En este caso, ¿por qué el Dr. Rixe me la suministra cada día? Cualquiera que diga que la sacarina es dañina para la salud es un idiota”, Oser (1985), pp. 535-536.

¹⁶ Priebe (1980), p. 560, y Rhein (1977), pp. 18-19.

¹⁷ Kojima *et al.* (1966, 1968); Tanaka (1964); Oser (1969).

¹⁸ NIEHS (2000).

una gran controversia dentro de los Estados Unidos y en el resto de países occidentales (afectando a sus principales agencias reguladoras alimentarias e implicando las quejas de las asociaciones civiles, principalmente grupos de diabéticos) sobre cómo determinar si la sacarina es segura o no, demostrando las profundas divergencias no sólo entre las disciplinas implícitas en el análisis de riesgos, sino también en las contrapuestas estrategias científicas nacionales. Un ejemplo de ello es que mientras en Europa el Reino Unido optó por prohibir automáticamente la sacarina, Alemania o España continuaron disponiendo de ella abiertamente en sus mercados. ¿Se trataba de una cuestión meramente política o tal vez la metodología científica no permitía una clausura categórica o *sound argument closure*?¹⁹

2. SOBRE CÁNCERES, VEJIGAS Y SACARINAS

Un problema fundamental en la controversia sobre la sacarina es, por un lado, saber qué es realmente la sacarina y, por otro, cómo establecer una relación causal entre su ingesta y el desarrollo de un cáncer (fundamentalmente de vejiga). Al mismo tiempo, la larga duración de la controversia en torno a su seguridad implica tener en cuenta que las propias teorías sobre el origen del cáncer evolucionaron radicalmente, y que las metodologías pertinentes de estudio también cambiaron.

Nuestro objeto de estudio, la sacarina, es un sólido cristalino blanco inodoro de diverso peso molecular, en función de si hablamos de la forma ácida, la sal sódica con hidratación de equilibrio o la sal sódica dihidratada. Aunque la Unión Europea etiqueta las tres formas bajo la misma referencia (E-954), los Chemical Abstracts diferencian entre cada una de ellas (87-07-2, 6155-57-3 y 128-44-9, respectivamente). Al ser la forma ácida prácticamente insoluble en agua, se utiliza habitualmente la forma sódica, soluble en agua y alcohol, al mismo tiempo que es muy estable en un gran margen de temperaturas y Ph durante un largo período de tiempo, con un lapso de caducidad de cinco años. No es fermentable, tiene propiedades sinérgicas (por ejemplo, en la mixtura 10:1 con ciclamato), y es extremadamente dulce (300 veces más dulce que el azúcar). Si estructuralmente manifiesta tales propiedades, a nivel metabólico es fácilmente absorbida por el tracto gastrointestinal, siendo excretada en orina en su práctica totalidad y sin cambios durante las 24/47 horas (además, no aporta calorías). Respecto de las impurezas que puede presentar, difieren éstas en función de la metodología de fabricación que se utilice, como hemos visto en el primer apartado. Como indica Arnold (1983, pp. 184-185):

¹⁹ Engelhardt *et al.* (1986).

[...] la identificación de impurezas en la sacarina se encuentra actualmente frenada debido a la falta de un método analítico estándar para el aislamiento e identificación de las impurezas producidas en los diversos métodos de fabricación. Los métodos actuales conocidos permiten el aislamiento e identificación de las impurezas orgánicas y solubles en agua presentes en el método de producción Remsen-Fahlberg, mientras que las impurezas de la sacarina obtenida por el método Maumee no han sido sujetas a estudios públicos suficientes. La pureza de la sacarina producida comercialmente, tal y como ya hemos indicado, constituye uno de los múltiples problemas pendientes del estudio de la sacarina.

Tenemos ya un primer problema: en los estudios toxicológicos partimos de una sustancia que podría ser diversa y que contiene un número y tipo incierto de impurezas,²⁰ a las cuales se ha acusado en algún momento de ser las causantes del cáncer.

Por lo que respecta al cáncer, es decir, lo que supuestamente causaría la ingesta de sacarina, encontramos algunas dificultades. Si bien los orígenes etimológicos griegos del término nos remiten a la rica mitología helénica, hoy en día consideramos que el cáncer consiste en una multiplicación descontrolada de una célula, la cual llega de este modo a sobrepasar su propio terreno histológico o de tejido invadiendo otros órganos o espacios del cuerpo dañándolos hasta producir la muerte del organismo.²¹ Además, y en función del tipo de célula que se descontrola, estamos ante un carcinoma, un sarcoma o células hematológicas.²² No en vano la Office of Technology Assessment (OTA) manifestó en 1977 que “el cáncer es la colección de 200 enfermedades agrupadas de forma conjunta debido a sus procesos de crecimiento similares. Dejando de lado la parte del cuerpo a la que afecta, consideramos que cada cáncer debe su origen a una única célula “transformada”, una célula que no responde a los controles normales sobre el crecimiento, cuya progenie puede crecer y multiplicarse hasta el punto de llegar a producir un tumor, que puede ser maligno o benigno.

Según la “two-step hypothesis” (o “hipótesis de dos pasos”), un cáncer en desarrollo está regido por dos fases: iniciación y promoción, a las que

²⁰ Añadimos estudios recientes como Riggín, R. M., W. L. Margard y G. W. Kinzer (1983), “Characterization of impurities in commercial lots of sodium saccharin produced by the Sherwin-Williams process II. Mutagenicity”, *Fd. Chem. Toxicol.*, 21 (1), pp. 11-17.

²¹ Cairns (1981), p. 283.

²² Los carcinomas se originan en los estratos celulares (epitelios) que recubren la superficie corporal (piel, tracto respiratorio, intestinos), los sarcomas se desarrollan en los múltiples tejidos de mantenimiento del cuerpo (huesos, músculos), mientras que, en último lugar, las células hematológicas se originan entre las células sanguíneas (eritrocitos, leucocitos y plaquetas).

posteriormente se añadió la de progresión. Esta diferenciación es importante, puesto que no es lo mismo afirmar que la sacarina provoca mutaciones en células normales, es decir, iniciación (bien de línea germinal o somática), que decir que provoca la activación de un tumor, es decir que es promotora (y aun se puede diferenciar entre carcinogénesis, co-carcinogénesis, sin-carcinogénesis y teratogénesis).²³

Ante lo expuesto, vemos que existen muchas enfermedades englobadas bajo la denominación de cáncer y que su desarrollo pasa por diversos estadios. No es lo mismo afirmar que la sacarina es carcinogénica que co-carcinogénica, es decir, que provoca por sí sola la enfermedad o que requiere de otra sustancia para ser nociva. Y sobre todo es diferente afirmar que tiene propiedades teratogénicas, es decir, que afecta al embrión en desarrollo. A esto debemos sumar la incertidumbre histórica con respecto al auge del cáncer en las sociedades contemporáneas, en parte achacado a la omnipresencia de sustancias químicas en los entornos industrializados.²⁴ La idea de “sano equivale a seguro” tardará muchas décadas en perder fuerza, fundamentalmente ante las demoledoras evidencias de la carcinogenicidad más elevada de los productos naturales defendida por Bruce Ames,²⁵ lo que complicará la aceptación de la sacarina.²⁶

El nexa entre sacarina y cáncer es el cáncer de vejiga, la enfermedad que se le asignó durante la segunda mitad del siglo XX. Si bien se han estudiado las relaciones entre ingesta de edulcorantes artificiales y el cáncer de riñón (Lecos, 1983), prácticamente todas las acusaciones contra la sacarina y los

²³ Las deficiones indicadas pueden encontrarse ejemplificadas en el caso de la sacarina y el ciclamato en Süss (1973), p. 43; Schmähl (1972, 1980, 1984); Palmer (1986); *Science* (1987).

²⁴ En 1932, el norteamericano John Cope publicó un libro que logró gran predicamento: *Cancer, Civilization, Degeneration*. La tesis defendida residía en que la degeneración racial estaba provocando el aumento de la incidencia de la enfermedad. La excelente obra de Weinberg (1996) relata con detalle la polémica en torno del origen del cáncer: genético (*nature*) o ambiental (*nurture*). Tal contienda se resolvió durante las décadas de 1970 y 1980 (en plena disputa sobre la sacarina, fechada en 1977), cuando se determinó el papel de los oncogenes y de los supresores de tumores. Ambas visiones –genética y ambiental– tenían la razón. Como había sucedido ya en la disputa entre científicos británicos y germanos respecto de la naturaleza de la luz (ondas o partículas), la verdad consistía en una combinación de ambas concepciones. Las lecciones de la historia...

²⁵ Wildavski (1997), p. 265; Ames (1983, 1990).

²⁶ Entre las obras que relacionan “sintético” con “inseguro” se cuentan: Peto (*The Causes of Cancer*, 1981), E. Efron (*The Apocalyptic. Cancer & The Big Lie*, 1984) y E. Whelan (*Toxic Terror*, 1985). En el caso de Efron, se trataba de atribuir la existencia del cáncer a factores meramente industriales, intentando contrarrestar la política proindustrial que imperaba en las agencias reguladoras durante la era Reagan. Durante la década de 1990 tales posiciones se extremaron

edulcorantes sintéticos se refiere al cáncer de vejiga. Fue Reginald Harrison, un médico del Liverpool Royal Infirmary, quien demostró que un gusano parásito de la sangre (*Bilharzia haematobia*) provocaba porcentajes extremadamente altos de cáncer de vejiga entre la población egipcia (Proctor, 1995, p. 30). Tan sólo seis años más tarde se detectó la misma tendencia entre los trabajadores de las empresas textiles, debida en este caso a un derivado del alquitrán, la 2-naftilamina, empleado como producto inicial en la síntesis de muchos tintes.²⁷ En realidad, la mayor parte de sujetos afectados por el cáncer de vejiga serán varones, en el caso humano, o machos en el animal. Hasta el momento tenemos, pues, dos agentes causales de cáncer de vejiga diametralmente opuestos: uno natural (el gusano) y otro sintético (las naftilaminas). Al mismo tiempo, debemos tener en cuenta que al intentar decantar una u otra opción, en la decisión final también tendrá un peso importante el tipo de especialista que se aproxime al problema,²⁸ y que en el estudio del cáncer confluyen diversas especialidades, lo que requiere un marco multidisciplinar que complica la resolución taxativa y definitiva de las controversias.²⁹

3. LOS ALBORES DE LA TOXICOLOGÍA

Si bien hasta la década de 1970 la sacarina había sido acusada de causar diversos problemas (falta de nutrientes, disfunciones pépticas, retraso del crecimiento),³⁰ la última y más persistente polémica giraba en torno de su

todavía más: Lee Ray, D. (*Trashing the Planet*, 1990), Arnold, A. (*Fear of Food*, 1990), Ottobom, M. A. (*The Dose Makes the Poison*, 1991) o Bolch y Lyzn (*Science under Siege*, 1993).

²⁷ Cabe decir que incluso hoy en día se detecta una incidencia muy superior de cáncer de vejiga entre los trabajadores de industrias que operan o manufacturan naftilaminas, según Lehninger, A. L. (1984), p. 922. En la misma línea argumentativa citamos a Cairns (1981), Inhorn (1969) y Peto (2001).

²⁸ Miller (1980), p. 15, y NIEHS (2000).

²⁹ Como indican Knasmüller, Schwab y Parzefall (2001): “La investigación actual sobre el cáncer constituye una ciencia multidisciplinar, que encuentra sus bases en los métodos de la biología, la biología celular, la genética molecular, la bioquímica y los métodos matemático-estadísticos” (p. 6).

³⁰ Vallverdú (2002), pp. 333-334. Asimismo, remito a los Chemical Abstracts para las acciones clásicas anteriores a la década de 1970: a) retardamiento del crecimiento en 1929 (XXIII, 3977), 1944 (XXXVIII, 4041) y 1951 (XIV, 3517); b) toxicidad: 1915 (IX, 1071), 1917 (XI, 2832), 1922 (XVI, 2554), 1923 (XVII, 3548); c) problemas estomacales: 1908 (II, 147), 1909 (III, 89), 1918 (XII, 928), 1921 (XV, 400), 1922 (XVI, 1922), 1923 (XVII, 2012), 1923 (XVII, 1675), 1923 (XVII, 2616), 1925 (XIX, 135), 1934 (XXVIII, 1723), 1927 (XXI, 275), 1944 (XXXVIII, 5964) y 1967 (LXVI, 2473). Respecto del cáncer, aportaremos nuevos datos en los siguientes párrafos.

supuesta carcinogenicidad. La disciplina científica que trató de dilucidar la controversia fue la toxicología, dentro de un contexto de análisis de riesgos. El largo y distendido período de polémicas en torno de la seguridad de la sacarina nos permite asistir al nacimiento mismo de la disciplina encargada de juzgarla, de lo que nos ocuparemos a continuación.

El término “toxicología” procede etimológicamente del par griego *tóxi-kon*, vocablo que hacía referencia a la sustancia nociva con la cual se impregnaban las puntas de las flechas para aumentar su capacidad letal. En sus albores, la toxicología estuvo relacionada con el estudio de los venenos. Egipcios (papiro *Ebers*), hindúes (como indican las referencias a la aconitina en los *Vedas*) o griegos (remito a las excepcionales obras de Hipócrates) se interesaron por la forma de preparar, utilizar y neutralizar los venenos. Suicidio y control político son sus razones de ser. En la obra del médico y filósofo hispanoárabe Maimónides encontramos el primer estudio sistemático de los venenos: *De los venenos y de sus antídotos* (1198). Para la concepción moderna de la toxicología, aunque se atribuye al misterioso Paracelso la creación de la disciplina como tal,³¹ debemos remitirnos al año 1678, cuando el germano Benjamin Scharff publica “*Toxikologia*” seu *Tractatus psysico-medico-chymicus de natura venenorum in genere... opera Benjamin Scharffii*. En esta obra, Scharff estudiaba los venenos bajo una perspectiva forense³² y de manera interdisciplinar, a caballo entre la física, la química y la medicina, rasgo característico de la toxicología contemporánea. Más tarde, en el año 1700, el médico de Arpi, Bernardino Ramazzini, publicó *De morbis artificum diatriba*, donde establecía por vez primera una ligazón entre grupo profesional y enfermedad –concretamente el caso de las monjas de clausura y los índices más elevados entre ellas de cáncer de mama. Estamos en los inicios de la epidemiología. En la misma línea, pero

³¹ Su nombre real era Theophrastus Philippus Aureolus Bombastus von Hohenheim (1493-1541), y se le atribuye la famosa y polémica sentencia “*sola dosis fecit venenum*”, que tanta profusión tendrá en las futuras controversias toxicológicas, entre las que se encuentra la de la sacarina. Pero aquello que Paracelso en realidad escribió en las *Defensiones* (1537-1538) fue: “*Alle Dinge sind Gift und nichts ist ohne Gift; allein die Dosis macht, daß ein Ding kein Gift ist*” (“Todas las cosas son venenos, y nada hay que no lo sea; únicamente la dosis hace que una sustancia no sea un veneno”), y no sería hasta la edición de 1566, a cargo de Adam von Bodenstein, que la traducción latina incluiría el célebre *dictum*, debido a la probable mano de algún discípulo desconocido de Paracelso, según Amberger-Lahrman (1987), p. 48.

³² Mateo José Bonaventura Orfila (1787-1853), médico y químico menorquín, es considerado uno de los impulsores más importantes de la toxicología forense y su principal introductor en el contexto judicial: la ciencia entra en las cortes en forma definitiva. Su impulso a la disciplina se produjo mientras era profesor de la Universidad de París, cuando publicó el influyente *Traité des poisons tirés des regnes minéral, végétal et animal ou toxicologie* (1814).

unas décadas más tarde, el médico británico Percivall Pott estableció la relación entre el cáncer de escroto y el desarrollo de las actividades laborales de los deshollinadores.³³

Pero se considera como el padre de la toxicología moderna a K.B. Lehmann, investigador germano que desarrolló su actividad a finales del siglo XIX estudiando un aspecto crucial: los niveles de tolerancia para determinadas sustancias químicas. El nuevo entorno industrializado de las sociedades occidentales estaba impregnado en todos sus niveles de productos generados por la impresionante industria química. Con el fin de establecer dosis tolerables para las sustancias químicas, Lehman desarrolló un peculiar sistema de estudio: depositaba en la sala de la colada una cantidad exacta de un fluido volátil, que repartía agitando una hoja de papel de diario, tras lo cual medía la concentración del fluido en el aire. Una vez realizados estos pasos previos, encerraba a su ayudante en la habitación durante una hora mientras lo observaba a través de una ventana. La obra de Lehman influyó poderosamente en los químicos alemanes durante el cambio de siglo, período en el que la toxicología lesiva fue aplicada en gran escala con la utilización de gases tóxicos durante la Gran Guerra. También a fines de siglo XIX, el toxicólogo ruso E. V. Pelikan estudió y asentó el reconocimiento de la relación entre la estructura química de una sustancia y su actividad biológica.

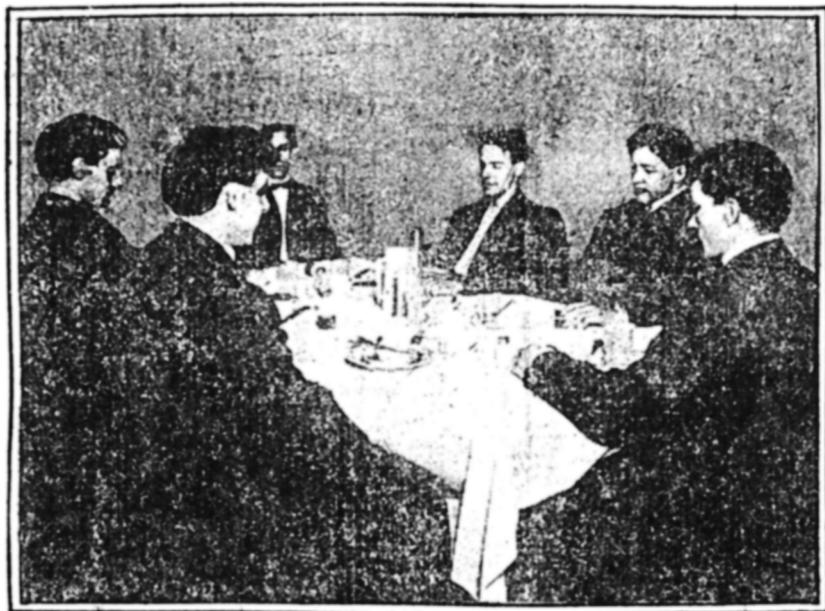
Habían nacido los estudios estructurales que más tarde serían denominados SAR, es decir, *Structure Activity Relationships*, muy utilizados, por ejemplo, por la Environmental Protection Agency (EPA).³⁴

Es en los Estados Unidos donde encontraremos al heredero legítimo de Lehmann, el Dr. Harvey W. Wiley, personaje que ya conocemos a través de la propia historia de la sacarina. Director de la sección de química del Departamento de Agricultura Norteamericano, Wiley creó el *poison squad*, la evolución de los métodos de Lehmann. Se trató de un grupo integrado por jóvenes que ingerían o se sometían a los efectos de los estudios a analizar. Rastreado la prensa de la época durante el período de confección de mi tesis doctoral, localicé este curioso documento gráfico que reproduce al susodicho grupo:

³³ La obra de Pott –*Chirurgical Observations*–, fue publicada en 1775 en Londres por Andrew Bell y Collins.

³⁴ Expertos en SAR han estado presentes en diversos juicios, analizados por Joseph Sanders en *The Bendectin Litigation: A Case Study in the Life Cycle of Mass Torts*, p. 43; Hastings L. J. (1992), p. 301; Ernest J. Getto *et al.*, *The Artification of Science: The Problem of Unscientific "Scientific" Evidence*, 32 *Envtl. L. Rep.* 10435 (1993) y, finalmente, *Daubert v. Merrell Dow Pharmaceuticals, Inc.*, 113 S. Ct. 2786 (1993).

FIGURA 4. EL POISON SQUAD TRABAJANDO. EXTRAÍDO DEL THE NEW YORK TIMES, SUNDAY, MARCH 12TH, 1911, P.10



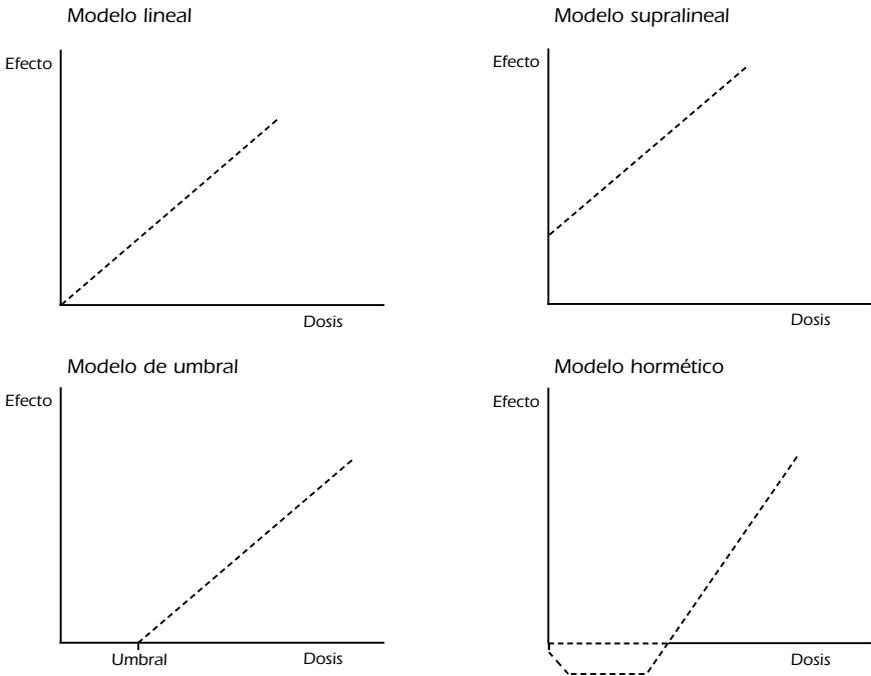
A "Poison Squad" Which Experiments with Foods on Whehalf of the Government

Finalmente, con la confirmación en 1915 por parte del japonés Katsaburo Yamagiwa de la posibilidad de crear carcinomas en condiciones controladas de laboratorio (aplicando alquitrán en las orejas de conejos), la toxicología dejaba de lado su carácter pasivo-observador para iniciar una tarea activa-experimental. De este modo, durante la segunda mitad de la década de 1920 se establece la idea de "umbral" (*threshold*), que se aplica al estudio de los riesgos laborales en la obra de Wilhelm C. Hueper, quien demostró la posibilidad de realizar extrapolaciones entre especies animales diversas al evidenciar que perros y hombres eran igualmente sensibles a los efectos de la 2-naftilamina (obteniendo, tras su exposición reiterada, cánceres de vejiga).

Pero en 1958 confluyen dos ideas: la necesidad de crear una ley unificadora sobre la regulación de los riesgos y la creencia en el *one-hit model* en las teorías causales del cáncer. Se institucionaliza el modelo lineal que estipula una relación directa entre el consumo de una sola molécula de sustancia cancerígena y el consecuente inicio de un proceso carcinogénico sin dosis, ni

umbrales. La *Delaney Clause*³⁵ establece la idea de permisividad de riesgo cero. Bajo estas nuevas directrices se estipulan listas de sustancias seguras, las GRAS (*Generally Recognized As Safe*), o listas positivas, y la sacarina empieza a recibir críticas feroces. El modelo norteamericano será imitado o tenido muy presente por el resto de los estados occidentales. Posteriormente, se abandonó la idea de “riesgo cero”, y el modelo lineal se mantuvo aunque compartiendo su lugar con nuevos modelos. La siguiente figura ilustra un ejemplo de la diversidad de modelos:

FIGURA 5. MODELOS DE CAUSALIDAD. SON LOS 4 MODELOS SOBRE LA RELACIÓN ENTRE DOSIS-EFECTO, SEGÚN PROCTOR (1995), CAPÍTULO 7º: "THE POLITICAL MORPHOLOGY OF DOSE-RESPONSE CURVES", p. 153-173.



³⁵ La Cláusula Delaney reza del siguiente modo: “No se considerará seguro un aditivo si se demuestra que produce cáncer al ser ingerido por un ser humano o animal, o si se descubre, tras experimentos adecuados para la evaluación de la seguridad de los aditivos alimentarios, que induce cáncer en seres humanos o en animales” (“*No additive shall be deemed to be safe if it is found to induce cancer when ingested by man or animal, or if it is found, after tests which are appropriate for the evaluation of the safety of food additives, to induce cancer in man or animals.*”). La ley tomó el nombre del representante demócrata en el Congreso, James Delaney, personaje próximo, desde el punto de vista ideológico, a las tesis defendidas con anterioridad por Wiley.

Aunque hoy existen diversos modelos de análisis toxicológico, ninguno de ellos mantiene la idea de “riesgo cero”; por el contrario, se discuten dosis tolerables, mínimas, máximas... bajo la idea general de la oscilación de los resultados. De hecho, encontramos cuatro modelos bien definidos: el lineal, el de umbral, el supralineal y el hormético.³⁶ La mera existencia de unos modelos tan contrapuestos de relación causal entre ingesta/exposición y cáncer llevaron al mismo Ames a afirmar que “creemos que el modelo actual de análisis de riesgos sobre el cáncer se encuentra en bancarrota” (Wildavski, 1997, p. 264). De forma sospechosa, todos los modelos son defendidos de forma individual y divergente, pero al mismo tiempo de manera suficientemente homogénea en su vertiente social, lo que permite estipular relaciones no epistémicas en un contexto meramente epistémico. Siguiendo políticas claramente conservadoras las agencias reguladoras remiten a estudios lineales, mientras que las empresas privadas defienden los estudios de umbral,³⁷ la sociedad civil³⁸ más alarmista propone los supralineales y los colectivos revisionistas escudriñan todavía los horméticos.³⁹ La elección de uno o otro

³⁶ Remito al excelente capítulo 7 de Proctor (1995), “The Political Morphology of Dose-Response Curves”, pp. 153-173. El modelo lineal establece relaciones lineales entre la dosis aplicada y el efecto observado. Incluso la mínima dosis provoca un mínimo efecto. Por otra parte, el modelo de umbral sostiene que hay un umbral de dosis aplicada bajo el cual no se produce efecto alguno, es decir, que en el caso de la sacarina, afirmaríamos que sus efectos (supuestamente) cancerígenos se producirían a partir de la ingesta de una cantidad determinada. Tal modelo defiende la idea de niveles de acción de las sustancias –los umbrales–. Bajo el umbral establecido no hay peligro. El modelo supralineal afirma que la mínima dosis provoca un efecto muy elevado, mayor del que esperaríamos en el caso del modelo lineal. A dosis bajas no es que una sustancia se manifieste algo tóxica, sino que se hace muy tóxica. Por último, el modelo hormético afirma que una sustancia que en dosis bajas es beneficiosa para la salud, una vez traspasado un umbral de consumo se torna tóxica.

³⁷ Por poner un ejemplo clarificador, Proctor (1995), p. 161, ofrece los siguientes datos: el 80% de los científicos pertenecientes a la industria química defiende el modelo de umbral, cifra que desciende al 60% de los científicos universitarios y al 37% en el caso de los pertenecientes a las agencias reguladoras estatales.

³⁸ Remito a las obras de Heins (2004), Held (1987), Honneth (1998), Falk (1995), Habermas (especialmente su fundamental obra al respecto del año 1981), Kaldor (2003) y Beck (1998) para un análisis y desarrollo del concepto de “sociedad civil”, y al artículo de Jordi Vallverdú “¿Clones? La percepción científica y el primer gato clonado” (en prensa: *Theoria*), que desarrolla una génesis histórica del mismo. Con todo, debo decir que por “sociedad civil” me refiero a las masas sociales que, organizadas en estructuras no gubernamentales o como simple ciudadanía, muestran sus variadas intenciones y su presión a través del voto democrático, la compra o las manifestaciones populares.

³⁹ Aún en desarrollo, los estudios horméticos han demostrado la posibilidad de reinterpretar estudios ya realizados y ofrecer un nuevo modelo de interpretación de datos ya existentes. Remito, por ejemplo, a la reinterpretación hormética de 1980 sobre un estudio lineal de la OTA de 1977, Downs (1982); OTA (1977).

modelo final de interpretación causal de los datos obtenidos experimentalmente determina el resultado final, lo que complica la decisión.⁴⁰ Y la elección es necesaria, para no caer en la paradoja del asno de Buridán, aunque la dificultad estriba en el criterio de selección de uno de los cuatro, puesto que todos y cada uno ofrecen características diferentes y contienen aspectos conflictivos.⁴¹ Además, los datos de un estudio lineal pueden ofrecer evidencias a favor de la veracidad del modelo hormético (Downs, 1982).

4. ANÁLISIS DE RIESGOS Y TOXICOLOGÍA

La concepción más extendida sobre las características del análisis de riesgos remite al modelo propuesto en 1983 por el NRC, que delimita tres momentos separados en el proceso: identificación y estudio de riesgos (investigación científica básica), análisis de los riesgos y, finalmente, gestión (política de los

⁴⁰ El mismo NRC (1996) admitía, en lo que respecta al proceso de la caracterización del riesgo en las controversias de riesgos, que “en el año 1994 la EPA completó un estudio de 6 millones de dólares para la re-evaluación de los riesgos sanitarios de las dioxinas, ejecutado con la esperanza de resolver una importante polémica sobre la relación dosis-respuesta entre la exposición a las dioxinas y los posibles efectos para la salud humana, especialmente el cáncer. Trabajando bajo la asunción de una relación lineal de dosis-respuesta para el cáncer, los datos existentes indicaron que una forma de la dioxina, la TCDD, es una de las sustancias químicas más cancerígenas que existen. Pero analizando los mismos datos bajo una hipótesis alternativa, la dioxina mostró mucho menos peligrosa [...]. Por lo que la caracterización no ha resuelto por el momento los aspectos científicos” (p. 16). Arnold (1983) cita un estudio de Miller del año 1980 en el que se emplea un modelo de respuesta lineal, no exento de polémica: “Miller y Howe presentan un ejemplo basado en su estudio epidemiológico en el que asumen que el equivalente de una pastilla de sacarina por día es ingerido desde los 16 años hasta la muerte. Suponiendo un período de latencia de 20 años y asumiendo una relación lineal de dosis-respuesta, calcularon que el número de casos de cáncer de vejiga en los Estados Unidos entre los hombres de 35 años de edad y más debería incrementarse de 19.626 a 67.309. Debido a las *incertidumbres implicadas en cálculos como el presente, deberían tener más bien un valor de interés general más que científico*” (p. 242, las cursivas son mías).

⁴¹ A las quejas sobre el modelo lineal debemos añadir otras con respecto al modelo de umbral, procedentes de Cranmer (1980, p. 17): “El concepto de umbral de dosis se fundamenta en la premisa según la cual incluso una dosis menor no producirá ningún efecto. Existen diversos problemas para demostrar la realidad de un umbral. Métodos más refinados de observación pueden disminuir el umbral observado; el examen repetido del bioensayo demostrará la variabilidad incluso en el mismo individuo, y la heterogenicidad de la población influirá en las respuestas observadas”. En el caso de la polémica respecto de la toxicidad de las dioxinas, es curioso cómo la EPA discutió las propuestas de modelos de umbral en los estudios realizados por la industria mientras defendía la mejor adecuación del modelo lineal, cf. Wildawski (1997), p. 124. No obstante, debemos señalar que si bien la EPA (junto con el NRC/NAS, en el informe de 1978 citado en la bibliografía) defendió oficialmente el modelo de umbral durante el inicio de la controversia sobre la sacarina, extraoficialmente admitía la idea de umbral.

riesgos). Si bien este modelo demostró no ser válido en lo que refiere a la descripción de las dinámicas producidas en una actividad de análisis de riesgos, la diferenciación entre diversos niveles de análisis es correcta.

Aunque los estudios toxicológicos implicados en el primero y en el segundo nivel del proceso de análisis de riesgos intentan demostrar la plausibilidad biológica de los efectos de una sustancia e implican disciplinas diversas, podemos clasificarlos a grandes trazos del siguiente modo:

a) Experimentos *in vivo*: bioensayos animales. Estudian la presencia de xenobióticos (sustancias extrañas al organismo, es decir, endógenas) y la reacción del cuerpo. Su diseño puede presentar múltiples variables: cantidad de dosis (TD_{50} , $HERP$, $ADIL$, MTD , $NOAEL$), ruta de acceso para su absorción (oral en alimentos o líquidos, intravenosa, implantación quirúrgica, intraperitoneal), tipo de organismo (ratas, conejos, cerdos, perros, primates, humanos), duración del estudio (generación simple o doble, es decir, frecuentemente años), número de organismos empleados (para alcanzar la significación estadística), sexo, edad, condiciones ambientales.

b) Experimentos *in vitro*: tests de breve duración que intentan descubrir daños del ADN, mutaciones genéticas y aberraciones cromosómicas a partir de estudios citogenéticos *in vitro* con bacterias y/o células de mamíferos. El método, creado por Bruce Ames (que recurre a una mutación de la bacteria común *Salmonella typhimurium*), se ha impuesto desde fines de los años de 1970 por su facilidad, rapidez (días) y bajos costos. En 1984, la International Agency for Research on Cancer (IARC) desarrolló un criterio que permitió categorizar los datos obtenidos a través de estos estudios, estableciendo las categorías de “evidencia suficiente”, “evidencia limitada”, “evidencia no pertinente” y la “no-evidencia”, aunque consideraba que los estudios de corta duración *in vitro* no podían concluir que un agente químico era o no carcinogénico.

c) Estudios epidemiológicos: consisten en el estudio de los patrones de distribución determinantes de una enfermedad en las poblaciones humanas. Los estudios epidemiológicos pueden ser o bien experimentales (pruebas clínicas) o bien descriptivos (estudios de caso-control, estudios de cohorte y estudios transversales). Al mismo tiempo, encontramos implícitos en los mismos enfoques estadísticos tanto bayesianos como frecuentistas, en constante oposición.

d) Estudios estructurales: consisten en un método formal para la predicción de la toxicidad de nuevas sustancias químicas a través del estudio de sus características moleculares estructurales y su relación con posibles efectos tóxicos. También se denominan SAR (*Structure Activity Relationships*) y fueron propuestos en 1976 por la EPA norteamericana cuando enumeró 17 prin-

cipios útiles para la delimitación del concepto de carcinogenicidad ligado a una sustancia. Su uso en contextos legales se encuentra muy extendido.⁴² Los estudios estructurales surgen con la intención de solucionar las debilidades predictivas y metodológicas de los estudios *in vivo* e *in vitro*, buscando mecanismos para la estimación de los riesgos asociados con la exposición a productos químicos genotóxicos.⁴³

Hasta aquí hemos resumido de manera extremadamente breve las cuatro grandes disciplinas a las que se recurre en un proceso de análisis de riesgos durante una polémica sobre los posibles efectos toxicológicos de una sustancia. En el próximo apartado nos enfrentaremos a las dificultades internas de cada uno de ellos al estudiar el mismo objeto material y la complejidad de aunar los resultados de los cuatro grupos con el fin de establecer relaciones inequívocas de causa-efecto.

5. TOXICOLOGÍA DE LA SACARINA: LA BÚSQUEDA DE LA EVIDENCIA

LA SACARINA

Como advertimos en el apartado 2, el estudio de la sacarina es complejo (partiendo de la dificultad para delimitar un mismo y único objeto de estudio). Reconocimos la existencia de diversas fórmulas de la sacarina, obtenidas bajo procesos diferentes de fabricación que implicaban la incorporación, en mayor o menor medida, de impurezas de diversa índole. ¿Son realmente impurezas, tales como el ácido ortosulfobenzoico (OTS), el ortosulfobenzoato de amonio, el parasulfamil ácido benzoico o el *p*-TS, la causa de la actividad mutagénica en los experimentos? En 1979, Soltz *et al.* (según Guggenheim, 1979, p. 38) trabajaron con líneas de *Salmonella* obtenidas directamente de Bruce Ames, y concluyeron que:

[...] no es posible correlacionar la carcinogenicidad de una muestra cualquiera de sacarina con la presencia de impurezas mutagénicas por las razones que

⁴² Remito a la bibliografía siguiente sobre casos legales: Sanders, J. (1992), *The Bendectin Litigation: A Case Study in the Life Cycle of Mass Torts*, 43; Hastings L. J. 301; Getto, Ernest J. *et al.* (1993), *The Artifiction of Science: The Problem of Unscientific "Scientific" Evidence*, 23 *Envtl. L. Rep.* 10435; Daubert v. Merrell Dow Pharmaceuticals, Inc. 113 S. Ct. 2786 (1993).

⁴³ Watson (1994), pp. 662-664. Cabe señalar que estos estudios permiten el uso de modelos matemáticos para la investigación. Ejemplo de ello es que el 2 de noviembre de 1988 el grupo de investigadores dirigidos por el doctor Antonio Brú, del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), publicó en *Physical review* un estudio sobre un modelo para el desarrollo de tumores cerebrales en ratas, aplicando un modelo matemático de super-regularidad del que se determinó el carácter fractal. En la prensa cotidiana la disciplina fue denominada "Bioinformática" (*El País*, 11 de noviembre de 1998, p. 37, y 25 de noviembre de 1998, p. 32).

siguen a continuación: (1) el diseño y minuciosidad de los estudios sobre el cáncer difieren de forma considerable, por poner un ejemplo consideremos los estudios de generación simple y los de doble generación; (2) en muchos estudios sobre carcinogenicidad se emplearon más de un lote distinto de sacarina; (3) el alcance de los estudios de mutagenicidad de las impurezas varió de lote en lote puesto que no fue posible obtener suficiente cantidad de sacarina para confirmar los resultados iniciales con determinadas muestras.

Aunque admitían la correlación existente entre mutagenicidad y cancerogenicidad, afirmaban que la sola presencia de impurezas mutagénicas no determinaba por sí misma la aparición del cáncer (como supondría un modelo lineal *one-hit*), sino que se requeriría una amplia cantidad de éstas (es decir, en un contexto de modelo de umbral). Arnold (1983, p. 192), cita las diversas líneas de *Salmonella* empleadas por el método Ames: TA1535, TA 100, TA 1537 y TA 98.

ESTUDIOS IN VIVO

Si bien los estudios *in vivo* son los más extendidos y desarrollados entre las diversas agencias reguladoras del mundo, no por ello están exentos de polémica. Recordemos las advertencias de la OTA en 1977 y también que el estudio canadiense de doble generación empleado por la FDA en enero de 1977 para prohibir la sacarina fue interrumpido para introducir modificaciones en su diseño, y trabajaban con dosis elevadas de sacarina.⁴⁴ Los estudios de administración subaguda mostraron la inocuidad de la sacarina (Arnold, 1983), lo mismo que los reproductivos. Respecto de los estudios de toxicidad crónica, los no dietéticos reforzaron la tesis de la seguridad de la sacarina, aunque en algunos casos (como los dermales, Epstein, 1978, p. 63) parecían producir leves problemas. La técnica de implantación directa en vejiga mostró resultados contrarios a la sacarina, pero la mayor parte de los especialistas no confiaban en la utilidad, la precisión o la científicidad de esa técnica.⁴⁵ La in-

⁴⁴ El estudio había sido realizado de forma deplorable por el The Canadian Health Protection Branch. Respecto del estudio paradigmático en dosis elevadas, el LD₅₀, se ha demostrado recientemente (Winston, 2000; Timbrell, 1995) que su precisión es poco fiable, puesto que otro estudio de análisis de los resultados en paralelo de cinco laboratorios arrojó variaciones en sus conclusiones que oscilaban entre el 266 y el 1089%. La replicabilidad pareció no ser de mucha utilidad.

⁴⁵ Bryan (1970); Brower (1970); Kirschstein (1974). Este último, analizando el caso desde la perspectiva histórica del ciclamato sódico, afirmó que “científicos del National Cancer Institute y de la Food and Drug Administration concluyeron que la carcinogenicidad demostrada por la implantación en la vejiga de bolitas [en el original inglés, “pellet” se refiere a pequeñas bolas de

yección peritoneal tampoco demostró la toxicidad, sola o combinada, de la sacarina (Taylor, 1968). Por lo que respecta a la intubación nasogástrica, Thorgeirsson (1993) obtiene conclusiones similares. Los estudios dietéticos se verán envueltos por la polémica de las megadosis, además de deficiencias en el análisis de los tejidos afectados.⁴⁶ Los estudios de generación simple, iniciados en 1951 por Fitzhug, unidos a los posteriores de Lessel (1959, 1970) y Schmähl (1980, 1984), no muestran toxicidad alguna de la sacarina.⁴⁷ A esto debemos sumar que un estudio con 300 ratas podía costar medio millón de dólares, durar años y ser estadísticamente insuficiente.⁴⁸ Estudios con primates (Sieber, 1978) confirman lo dicho.

diámetro entre 0,04 y 0,1 mm, N. del T.] no era relevante en la evaluación de los peligros asociados con los compuestos de ingesta oral” (p. 499). Al mismo tiempo, la NAS/NRC admitía en un artículo en *The Lancet* (23 de mayo de 1970) que habían “resuelto que la técnica de implantación en la vejiga no era pertinente para la evaluación de peligro carcinogénico presente en los constituyentes alimentarios” (p. 1091). Cranmer (1980) insiste en la descalificación de la técnica: “una cuestión compleja es aquella que versa sobre las grandes diferencias existentes entre las bolitas que contienen sacarina o, de ser este el caso, ciclamato. Toda la sacarina fue excretada a los 1,5 días de las bolitas de 5/32 de pulgada compuestas en la proporción de 4:1, colesterol y sacarina, respectivamente. Dicho de otro modo, la bolita compuesta únicamente por colesterol era lisa, mientras que la de colesterol y sacarina era porosa, habiendo perdido el 20% de su masa. Tampoco eran remarcables las concentraciones de sacarina, menos de 5mg, comparadas con los 100mg diarios obtenidos al alimentar al 5% con sacarina. Además, mientras por un lado se producía un incremento en la incidencia de malignidad [*Malignidad*: se trata de células cancerosas o patológicas que tienen la capacidad de diseminarse, invadir y destruir tejidos. Estas células pueden recurrir en tejidos localizados y en otros tejidos si son resistentes al tratamiento, N. del T.], por otro, la distribución de la malignidad no se mostraba diferente entre los grupos de colesterol y los de colesterol+sacarina, de modo que la supervivencia mostraba índices semejantes. El argumento según el cual la bolita de colesterol es diferente y, quizás, más irritante, puede corroborarse al analizar resultados prácticamente idénticos en la mezcla 1:4 de ciclamato en colesterol. No debería existir *a priori* una razón para esperar obtener los mismos resultados con bolitas relativamente iguales en porosidad y superficie tersa, que es justamente lo que se observó” (p. 32).

⁴⁶ En el año 1974, en *Safety of Saccharin and Sodium Saccharin in the Human Diet* la NAS indicó que este estudio no estaba completo debido a la falta de observación microscópica de las vejigas de las ratas empleadas durante el experimento.

⁴⁷ Una vez más, aparecen las críticas respecto del correcto desarrollo de los estudios. En 1979 Fukushima y Cohen publican sus resultados en el *Sweeteners Bulletin* (3-4/79), la revista de la International Sweeteners Association (ISA), la organización europea de los fabricantes y distribuidores de edulcorantes artificiales, sugiriendo delicadamente, aunque de forma clara, que “parecen existir evidencias que sugieren que los precedentes estudios de alimentación de generación simple pueden resultar inadecuados debido a una o más de las cuestiones siguientes: 1) animales insuficientes, 2) evaluación insuficiente de la vejiga urinaria, 3) evaluación citológica urinaria inadecuada, 4) edad de los animales en el momento de la iniciación del estudio”, cf. Arnold (1983), p. 206.

⁴⁸ Voces críticas dentro del gobierno norteamericano cuestionaron la validez de los *megamouse experiments*, como el Dr. Safiotti, asesor científico del gobierno: “Personalmente, creo

La mayor parte de los estudios de doble generación continuó en la misma línea de resultados. Los estudios WARF de 1970 y los de la FDA en 1980, junto con los extremadamente exhaustivos de multigeneración de Kroes *et al.* (1977), sólo mostraron efectos nocivos cuando se trataba de dosis extremadamente altas. Los estudios teratogénicos han ofrecido igualmente resultados negativos, y los metabólicos o de farmacodisposición mostraban una vez más el desacuerdo de los expertos respecto de su validez (Arnold, 1983, p. 198).

ESTUDIOS IN VITRO

Hemos indicado anteriormente que la técnica Ames recibió gran apoyo por parte de las industrias y de algunas agencias reguladoras debido a su aporte de datos positivos para las sustancias químicas sintéticas, y la acusación, por el contrario, a muchas de ellas de naturales.⁴⁹ Pero no todo el mundo compartía la confianza en esta técnica, como el reputado Cranmer (2980, p. 23): “Hoy en día, los estudios de breve duración no pueden ser empleados para definir un carcinógeno. Los resultados ‘positivos’ obtenidos en estos tipos

que algunos intentos relativos a la problemática de la identificación de un ‘umbral seguro’ para los carcinógenos se encuentran económica y científicamente infundados. Tengo en mente algunas propuestas para analizar dosis graduadas de un carcinógeno, descendiendo hasta dosis extremadamente bajas, tales como aquellas a las que la población humana puede estar expuesta a través de los residuos presentes en los alimentos. Con tal de detectar posibles incidencias bajas de tumores, un estudio tal debería utilizar una gran cantidad de ratones, del orden de la magnitud de 100.000 ratones por experimento (el “‘megamouse’ experiment” [o experimento con gran cantidad de ratones, ‘mega experimento con ratones’]). Esta línea de investigación parece asumir que un estudio como el propuesto revelaría la existencia de una dosis de umbral bajo la cual un carcinógeno no es efectivo y que, por lo tanto, podemos identificar de este modo una ‘dosis segura’. Hoy en día, no disponemos de ninguna base científica para asumir que semejante ‘megaexperimento con ratones’ confirmaría que puede determinarse la falta de umbral. Pero permítámonos suponer que los resultados mostraran una falta de repuesta mensurable tumorigénica bajo cierto nivel de dosis en el conjunto establecido de condiciones experimentales y para el carcinógeno simple bajo test. Con tal de fundamentar cualquier generalización para las extrapolaciones de seguridad en semejante hipotético objetivo, deberíamos confirmarlo y ampliarlo de modo que incluyera otros carcinógenos y otras condiciones experimentales, como la variaciones en la dieta, la edad de los animales, su sexo, etc. Cada uno de estos experimentos debería remitir a su turno a otros megaexperimentos con ratones” (Verrett, 1974, pp. 113-114). No obstante, el doctor Safiotti se posicionó en favor de la controvertida técnica de implantación de bolas. La crítica constante no favoreció la resolución de la controversia. En la dirección contraria a los “megamouse experiments” encontramos el desarrollo y uso de técnicas como el “micro-PET” por parte del Laboratorio de Imagen Molecular inaugurado recientemente en Barcelona, un aparato que permite utilizar múltiples veces un mismo animal, con el ahorro implícito de animales sacrificados y de tiempo invertido.

⁴⁹ El test Ames aplicado a alimentos naturales de uso cotidiano ofreció resultados realmente paradójicos: el café, muchos vegetales, el vino, la vitamina D, los champiñones o la mezcla de huevo y leche ¡eran cancerígenos! El 15 de abril de 1977, en su *Federal Register* la FDA

de experimentos pueden, no obstante, indicar la necesidad de una experimentación dilatada de los compuestos en los bioensayos animales a largo plazo”. La simple disparidad en la atribución del valor epistémico para esta técnica de investigación contribuye una vez más al aumento de la complejidad en el proceso de resolución de la controversia. Si a ello sumamos que “debido a la relativa insensitividad y a otras limitaciones de los bioensayos animales y de los estudios epidemiológicos, los resultados ‘negativos’ no excluyen por sí mismos de forma absoluta el posible potencial carcinogénico del compuesto estudiado en los humanos” (*ibid.*), la crítica adquiere un matiz amargo. Pero el test Ames tenía que competir con otro test desarrollado por el National Toxicology Program entre 1976 y 1985. Tennant *et al.* (1987) estudiaron con este método diversas sustancias y hallaron que los resultados relativos a 73 de ellas diferían sustancialmente de los del test Ames. Las críticas al método Ames arreciaron, llegando incluso al punto de que en 1978 Samuel Epstein enumeró seis puntos según los cuales la técnica demostraba su falta de fiabilidad.⁵⁰ Un año más tarde, Schlatter concluía:

publicó argumentos en contra de esta “*popular misconception*” que emergía: no todo es cancerígeno. Al mismo tiempo, la agencia veía cómo su credibilidad científica se desdibujaba entre el tejido social. Rhein (1977), p. 107; Wildavsky (1997); Cranmer (1970); Gass y Alaben (1977); Nelson *et al.* (1954). Incluso el 14 noviembre de 2001, el American Council on Science and Health colgaba en red un cínico texto de defensa de la industria química mediante la especificación de los cancerígenos presentes en la típica comida de celebración norteamericana. Una muestra: “El ágape festivo tradicional americano, que habitualmente incluye sopa de setas, pavo asado, patatas, ensalada verde, fruta y pastel de calabaza, es en realidad un festín químico de toxinas y carcinógenos –todo ello cortesía de la Madre Naturaleza–”. Enumero también la sección del menú referida a los postres: “POSTRES. Pastel de calabaza (Benzo(a)pyrene, coumarin, methyl eugenol, safrole); Pastel de manzana (acetaldehyde, caffeic acid, coumarin, estragole, ethyl alcohol, methyl eugenol, quercetin glycosides, safrole)”. Pueden consultarlo en <http://www.acsh.org/publications/pubID.103/pub_detail.asp>.

⁵⁰ 1) “el test Ames produce resultados positivos (denominados ‘falsos positivos’) de varias sustancias no cancerígenas, tales como las sales de hierro y la vitamina C”, 2) “no detecta diversas clases fundamentales de carcinógenos (‘falsos negativos’). Éstos incluyen metales pesados; un amplio grupo de carcinógenos activados por enzimas intestinales antes que por las del hígado, como la cicasina y los ciclamatos; carcinógenos de la clase del cloroformo y un tipo mayor de pesticidas organoclorados carcinogénicos, como la dieldrina y el heptacloro”, 3) “las correlaciones entre efectos mutagénicos en los experimentos y la carcinogenicidad son menos buenas que el habitualmente exigido 90%, descendiendo hasta el 63% para grupos determinados de compuestos”, 4) “el test se ha vuelto más y más complejo desde el momento en el que más tipos de sistemas de activación del hígado han tenido que ser incorporados con tal de disminuir los falsos negativos. Tales sistemas de activación resultan de tan compleja estandarización y reproducción que el test ya no puede considerarse como una simple investigación de rutina”, 5) “el test sólo detecta daño genético a nivel del gen, pero no puede detectar mutaciones cromosómicas, que están consideradas como las implicadas en el cáncer, así como en otras enfermedades humanas”, 6) “diversos tipos de interacciones biológicas moleculares con el ADN parecen estar

[...] tras muchos años de controversia acalorada sobre la utilidad del famoso test Ames, se considera generalmente aceptado el hecho de que los tests de mutación en microorganismos están bien diseñados para la detección de cierta propiedad de una sustancia química que la lleve a producir mutaciones, e incluso tumores, *si las condiciones en el ser humano son similares a aquellas presentes en los sistemas de microbios* (la cursiva es mía) (Guggenheim, 1979, p. 58).

Aparece otra vez el problema de la extrapolación entre especies diversas. Debemos agregar que los estudios *in vitro* no mostraron resultados de toxicidad positiva para la sacarina.

ESTUDIOS EPIDEMIOLÓGICOS

Aunque es cierto que los estudios epidemiológicos son los más próximos a la actividad real de los seres humanos, su eficacia en el ámbito de las enfermedades crónicas como el cáncer no parece ser demasiado alta (Epstein, 1979, p. 38). Además, en este tipo de estudios pueden existir muchos *biases* peligrosos, como reconocía abiertamente la NAS (1979).⁵¹ En el caso de la sacarina los epidemiólogos tenían un punto a su favor: un lapso temporal próximo al siglo, una situación pocas veces existente. Tanto en los estudios de caso-control (Kline, 1978; Morgan, 1985; Howe, 1977; Wynder, 1980; Morrison 1982), de cohorte (Epstein, 1978) o transversales (Arnold, 1983) no mostraron una relación directa entre ingesta de sacarina y desarrollo de cáncer de vejiga.

ESTUDIOS ESTRUCTURALES

Los estudios SAR fueron criticados en su momento, cuando se afirmó que “los principios varían de lo inocuo hasta lo absurdo [...] como informe medico-científico, los principios de la EPA son tan útiles como lo sería una ley que prohibiera el cáncer u otra que redondeara Pi a 3”, según el editorial de *The Lancet* (1976), 13 de marzo, p. 571. No fueron tenidos en cuenta durante la polémica, ya que se prefirió confiar en estudios *in vivo* (primero: bioensayos y epidemiológicos) o *in vitro* (segundo).

implicadas en sus efectos en el test Ames y en sus efectos carcinogénicos en la piel de los ratones” (pp. 70-71).

⁵¹ Uno de ellos, el disponer de una población en estudio demasiado limitada como para poder defender conclusiones definitivas. “Debido al extremadamente limitado número de pacientes estudiados, así como a los efectos de confusión del tabaco, los casos aportados por Grasset y Barkin proporcionan evidencias interesantes, pero que están lejos de ser conclusivas respecto del potencial carcinogénico de la sacarina y el ciclamato”, Arnold (1983), p. 235.

CUESTIONES GENERALES

Una consideración aparte merece la polémica en torno de las grandes divergencias nacionales en los procesos de análisis de riesgos, presentes en todos los niveles. Si bien podemos hablar de la existencia en Europa de un modelo confidencial, centralista y cerrado que impide la discusión pública de los datos disponibles, en los Estados Unidos, por el contrario, advertimos un sistema adversarial y abierto, que existe gracias a la U.S. Freedom of Information Act (FOIA), aprobada en 1966, que exige que los datos generados en los experimentos de las agencias reguladoras sean de dominio público.⁵² Pero aunque podríamos decidir que en el fondo estas divergencias apelan a modelos de gestión de la actividad científica y de las decisiones políticas consecuentes, el problema se acentúa cuando se advierte que en los aspectos eminentemente científicos las diferencias son profundas. Por ejemplo, tenemos constancia de la priorización de determinadas disciplinas científicas dentro del proceso de análisis de riesgos en función de criterios locales, como la preferencia de las autoridades británicas por los estudios epidemioló-

⁵² Jasanoff (1997) indica las características de “abierto, adversarial, formal, legalista” para los Estados Unidos y “cerrado, cooperativo, informal, consensual” para Europa. La misma autora (en 1991a, p. 29) expone de forma turbadora: “Las comparaciones entre países han contribuido a la identificación de factores institucionales, políticos y culturales que condicionan el uso del conocimiento científico por parte de la persona que debe decidir [...]. Como consecuencia de ello, no resulta infrecuente encontrar gestores que interpretan la misma información científica de formas diversas en países diferentes”. Incluso de producen situaciones grotescas y dañinas para los procesos de regulación de riesgos, como los detallados por Vogel (1992): “El mismo año en que el Japón liberalizó sus regulaciones respecto de la experimentación de sustancias químicas y de equipamiento médico, surgió otra polémica comercial, esta vez relacionada con los esquís. El gobierno japonés auguró que, debido a que su nieve era diferente de la que se podía encontrar en Occidente –ellos sostenían que era más húmeda– los estándares europeos y norteamericanos para esquís eran del todo inapropiados para el Japón (un argumento análogo fue formulado dos años más tarde por un ministro japonés de agricultura al explicar que el pueblo japonés era incapaz de comer mucha carne de vaca debido a que sus intestinos eran más largos que los de los extranjeros). Por consiguiente, la Asociación de Consumidores de Productos Seguros, un grupo industrial privado, diseñó un nuevo conjunto de estándares para los equipos de esquí, cuyo objetivo era reducir la presencia de competidores extranjeros en el mercado del esquí japonés, que en aquellos momentos llegaba al 50% del total. Las acaloradas réplicas de los fabricantes norteamericanos y europeos consiguieron que el MITI invitara a representantes del American Foreign Commercial Service a un encuentro. Una vez allí, los oficiales del MITI justificaron la necesidad por parte del gobierno japonés del mantenimiento de estándares propios de seguridad para los esquís debido a la especial actividad geotermal del Japón. Los representantes norteamericanos replicaron entonces: ‘¿No procede la nieve básicamente del agua evaporada de los océanos? ¿No fueron dejados atrás los minerales al evaporarse el agua? ¿Las impurezas de la nieve no proceden básicamente de la polución ambiental, algo relativamente homogéneo a lo largo de las naciones industrializadas del Norte como el Japón, los Estados Unidos o la Europa Occidental?’” (pp. 144-145). Sorprendente.

gicos, mientras que las francesas y las alemanas habían optado históricamente por los estudios animales *in vivo*.⁵³

Por otra parte, nadie puede estar completamente seguro del proceso correcto del *peer review* de las revistas más prestigiosas, puesto que las mismas reconocen que están fuertemente presionadas por la industria (especialmente, por la farmacéutica), y que los estudios privados no siempre consiguen una transparencia suficiente. Hay espacio para el maquillaje de datos y para la omisión de los resultados eventualmente adversos.⁵⁴ Resulta curioso advertir que en los estudios los resultados difieren considerablemente en función del tipo de experto implicado, puesto que “expertos diferentes manifestarán divergencias en las creencias previas de los estudios de sensibilidad, importantes para evaluar los efectos de las distribuciones posteriores de tales diferencias”, según Lilford y Braunholz (1996, p. 603). Al fin y al cabo, los investigadores viven del sueldo que obtienen a través de su actividad investigadora, y en el caso del análisis de riesgos los márgenes de interpretación son lo suficientemente amplios como para permitir defender posiciones diversas. Curiosamente, durante la polémica contra el ciclamato que acabó afectando a la sacarina (bajo la misma acusación), los estudios financiados por la International Sugar Research Foundation mostraban efectos tóxicos suficientes, mientras que los realizados por los productores de este edulcorante obtenían las conclusiones opuestas.⁵⁵ ¿Quiero decir con ello que todos

⁵³ Brickman *et al.* (1985). Si bien la mayor parte de los países consideran que mutagenicidad equivale a carcinogenicidad, las desaveniencias aparecen cuando es necesario indicar qué número de este tipo de experimentos debemos realizar para obtener una evidencia. Europa y los Estados Unidos manifiestan una divergencia considerable. Hasta el año 1985, según Brickman *et al.* (1985), los Estados Unidos requerían 12 tipos de tests con tal de minimizar los falsos positivos y negativos, siguiendo tres fases (sistemas bacteriales, células de mamíferos en cultivo y sistemas *in vivo* de animales), mientras que en Europa se seguía el “step-sequence approach”, con dos tests iniciales de base (uno bacteriológico y otro no) y dos tests verificacionales. Para estos autores, “la decisión de la Comunidad Europea de exigir sólo dos estudios de mutagenicidad para el ‘experimento básico’, por ejemplo, representó una victoria de los argumentos de reducción de costes sobre las propuestas de minimización del número de falsos negativos” (p. 196). Cuestiones simplemente presupuestarias pueden modificar el tipo de ciencia a seguir y la regulación final.

⁵⁴ La noticia de las doce revistas apareció en el diario *El País* el fatídico día del 11 de septiembre de 2001, en la página 25, con el título: “Las revistas médicas de los Estados Unidos acusan a la industria de desvirtuar los ensayos de medicamentos”.

⁵⁵ Pitkin (1970); Stone (1971); Drasar (1971); Renwick (1972) por parte del ISRF, y Wallace (1970), y Brusick (1989) por parte de los Abbott Laboratories y el Calorie Control Council, la organización internacional de fabricantes de edulcorantes artificiales. La multinacional Bayer también presionó en favor del ciclamato y su mixtura con sacarina (dando por supuesto que la sacarina era una sustancia inocua) (Lorke, 1969, 1973; Löser, 1977; Herbold, 1981), y otro tanto ocurrió con la International Sweeteners Association (Renwick, 1996; Price, 1996).

los científicos son mercenarios? En ningún caso desearía que se extrajera conclusión semejante o aproximada de mis palabras, aunque debemos reconocer que la capacidad de financiación de proyectos universitarios por parte de la industria introduce la posibilidad de que ésta misma seleccione los candidatos a obtener financiación, con lo cual logran la continuidad del trabajo de científicos próximos a sus intereses.⁵⁶

Paso por alto la polémica en torno de la disputa paralela dentro de la controversia entre bayesianos y frecuentistas debido a que la polémica estaba centrada en los estudios empíricos más que en los modelos de interpretación de los datos, aunque debo indicar que la discusión en este aspecto también fue dura.⁵⁷ Asimismo, las discusiones sobre el tipo de personal bien forma-

⁵⁶ Durante la polémica de la sacarina, el CCC, por ejemplo, recurrió a un estudio de bioensayo con chimpancés que demostraba la inexistencia de efectos negativos de la misma en aquéllos. El estudio había sido realizado por uno de los pioneros en estudios de toxicidad química, el doctor Frederick Coulston, del Albany Medical College, quien mantenía sus investigaciones financiadas a partes iguales por la industria privada y los fondos federales. Coulston había sido también un importante opositor de la Delaney Clause (Rhein, 1977, p. 51). Encontramos también un caso del poder de la industria sobre las propias agencias reguladoras, en lo referente a la revisión científica de sus resultados, en la polémica entre Medtronic y la FDA sobre los resultados de los estudios de seguridad del medicamento ArneuRx (que ofrece 200 millones de dólares anuales de beneficio). Ante la duda de un grupo de científicos de la FDA, Medtronic replicó y consiguió desestimar las objeciones de manera algo dudosa. Véase *The Wall Street Journal Europe*, Saturday/Sunday, 9 y 11 de julio de 2004, en portada y página A9, columna 3.

⁵⁷ Lave (1988); Lilford y Braunholz (1996); Havender (1983). Sólo a modo de ejemplo remito a las palabras emitidas durante la polémica por el presidente del Executive Committee of the Biopharmaceutical Section of the American Statistical Association, C. R. Buncher, en carta al comisario de la FDA, J. E. Goyan: "Somos conscientes de la completa confusión acerca de nuestra metodología profesional [...] muchos de los informes publicados son extremadamente falaces [...] el concepto expresado [referente a la interpretación de los valores- p] es ajeno a todo lo que se enseña en la profesión estadística [...] le recomendamos encarecidamente que disponga de profesionales adecuados que preparen un nuevo informe que exprese correctamente los principios estadísticos implícitos en esta cuestión. Este nuevo informe resulta fundamental con tal de evitar la ridiculización de científicos reconocidos [...] CONSIDERAMOS QUE DEBE PUBLICARSE UNA REVISIÓN EN EL REGISTRO FEDERAL EN TANTO QUE CORRECCIÓN" (Havender, 1983, p. 27). Todo comenzó cuando Goyan afirmó que un valor- p de 0'05 no era tan diferente al de 0'06 o 0'02. Aquí cabe añadir el especial papel que juegan las agencias reguladoras, como opinó la EPA en la controversia del herbicida 2,4,5-T: "Los peticionantes exigen confiar únicamente en los hechos científicos, bajo la evidencia que las técnicas científicas reputadas certifican como cierta. Habitualmente, un científico no certificará una evidencia a no ser que la probabilidad de error, ajustada por los cálculos estadísticos clásicos, sea menor que el 5%. Es decir, un hecho científico requiere por lo menos un 95% cierto. [...] Las agencias no están limitadas por los hechos científicos, por certidumbres del 95%. Más bien, tienen los mismos poderes de elección que un jurado, particularmente cuando, como en este caso, están implicadas en la creación de leyes". Cf. Jasanoff (1994), p. 51.

do para la realización de los diversos niveles de experimentos no se vio libre de disputa.⁵⁸ El clásico problema de los expertos: ¿quién lo es?

6. ¿COMBINANDO EVIDENCIAS? CONCLUSIONES FINALES

Hemos visto en el punto anterior que si bien existen muchas disciplinas implicadas en la investigación toxicológica, nos encontramos ante serias dificultades para la consecución unificada de conclusiones científicas finales a partir de los datos aportados por todas ellas. Morrison (1980, p. 541) resume esta situación de manera magistral: “la evidencia disponible es consistente con un amplio número de interpretaciones”.

Divergencias nacionales en el papel y en el peso de ciertas prácticas complican aun más la situación. Intentando poner un orden en la polémica, Jasanoff (1991b) ha resumido la situación en la *Paradox of Risk-Assessment*, que consta de dos partes: 1) las diferencias legales, culturales e institucionales de cada Estado provocan diferencias sustanciales en el tipo y los resultados de la evaluación de riesgos; 2) paradójicamente, las decisiones pertenecientes al nivel de la gestión de riesgos en el ámbito transnacional acaban siendo más homogéneas que las referentes a la investigación científica.

A ello debemos sumar la cantidad de problemas internos de la investigación científica sobre la sacarina: la delimitación de la sustancia (y sus impurezas), la elección de modelos correctos y suficientes en número, la extrapolación entre especies y entre dosis altas a bajas, los modelos estadísticos, el diseño de los experimentos, los resultados dispares aparecidos tanto en el interior de disciplinas semejantes como entre disciplinas diferentes.

Parecería correcto, por tanto, abogar por una visión relativista de la metodología toxicológica según la cual no habría orden ni concierto, en la que el proceso científico se adapta perfectamente a la sentencia feyerabendiana del *anything goes*. Nada más lejos de mi intención. Lo que demuestra mi artículo es que el proyecto científico es un conjunto de métodos, normas, reglas y especialistas que se encuentran insertados en contextos económicos,

⁵⁸ Aunque existan Good Laboratory Practices (GLP), no siempre son fáciles de cumplir. Por ejemplo, Ross *et al.* (1998) criticaron que en la polémica sobre el cáncer de vejiga las tareas diseñadas para patólogos acabaran siendo realizadas en su mayor parte por “necropsy technicians” (técnicos en necropsia): “las observaciones realizadas por agentes con este nivel de experiencia [se refiere a los técnicos en necropsias] se encuentran limitadas de forma generalizada a la terminología descriptiva; mientras, la interpretación de los cambios en el tejido descritos son adscriptas al patólogo profesional” (p. 20). Ross concluía que muchos conflictos de interpretación final de los resultados experimentales se debían a divergencias entre: “1) el nivel de formación y soporte profesional del personal implicado en la generación e interpretación de los datos, y 2) los paradigmas de recolección e interpretación de los datos” (p. 23).

sociales y políticos que, si bien no constituyen la propia actividad científica, la determinan y la modelan. Los factores epistémicos se encuentran condicionados por los no-epistémicos. Y podemos, y debemos, diferenciar entre dichos ámbitos, entre lo científico y lo social, puesto que sin esta diferencia no tendría sentido intentar hablar de “ciencia” o de “sociedad”. El modelo de análisis de riesgos del NRC de 1983 intentó separar taxativamente entre hechos (ciencia) y valores (sociedad) sin demasiado éxito, puesto que la propia organización aportó modelos más ricos de análisis de riesgos (1989, 1996) en los que la sociedad y los gestores políticos interactuaban con mayor fluidez e intensidad con investigadores y evaluadores científicos. Pero el ciudadano de a pie no es un toxicólogo. Lo que ha cambiado es la manera según la cual el ciudadano puede interferir en el modo de realización de los experimentos (es el caso de los defensores de los animales en Europa, que en 2004 consiguieron que los protocolos toxicológicos adoptaran tests de corta duración con microorganismos en lugar de bioensayos animales) o de la existencia de los mismos (debido al retiro o la concesión de subvenciones, bajo presión popular de tipo ético). Las asociaciones de diabéticos presionaron lo suficiente como para que los resultados toxicológicos fueran puestos en duda y para que antes de prohibir la sacarina se exigieran mayores evidencias, que no llegaron hasta pasados 33 años de debates intensos. Hemos de reconocer que por lo que respecta al caso de la sacarina la clausura de la controversia (o de las controversias) no resultó clara. Motivos variopintos propiciaron la clausura epistémica, la procedimental, la de muerte natural, la de consenso social, la mimética...⁵⁹

En una polémica toxicológica, como en la mayor parte de las disciplinas científicas, no hay un caso, sino múltiples y concéntricos problemas que se entrecruzan y colisionan durante el transcurso de las investigaciones. En el caso de la sacarina, hemos visto que no existe un metanivel de análisis que permita considerar los resultados de una de las cuatro aproximaciones (bioensayos, tests de corta duración, epidemiología, estudios estructurales) como superiores a los de las demás. Tampoco en lo relativo al papel decisivo de investigadores, gestores o público crítico, ni existió un acuerdo explícito a las virtudes experimentales de los diversos métodos dentro de cada disciplina (por divergencia entre las reacciones en el laboratorio de especies animales o las diversas técnicas, como la de la implantación quirúrgica de bolas o el test Ames). También existía el problema de la extrapolación entre especies, el de las (mega) dosis y vías de aplicación o el de la significación

⁵⁹ Remito a mi trabajo de tesis doctoral sobre dinámica de controversias científicas: Vallverdú (2002).

estadística en función de la cantidad de animales utilizados en los estudios. Además, si de lo que se trataba era de conocer la relación causal entre la ingesta de sacarina y el cáncer, los propios modelos de explicación del cáncer variaron durante la disputa (del *one-hit* a la hipótesis *two-step*, además del debate entre su origen natural o artificial). Si la afirmación de la naturaleza de un objeto depende del consenso acerca de la identidad del objeto, los métodos analizados para estudiarlo y las concepciones acerca de la forma de interactuar de nuestro objeto con otros, puede entenderse que existieran múltiples debates en torno de la sacarina.

Se requieren muchas clausuras de polémicas para obtener un resultado final satisfactorio, por ejemplo sobre la naturaleza del cáncer, el valor del test Ames, los modelos de causalidad, el consenso sobre particularidades estadísticas del caso, la pertinencia de las extrapolaciones o el diseño de protocolos experimentales correctos.

Por ello, y ante lo expuesto en el artículo, no dejan de asombrarme visiones reduccionistas y limitadas sobre el caso de la sacarina como las de Salmon (1990, p. 182), Giere (1991, cap. 7), o Mayo (1996, p. 124), todas ellas centradas únicamente en los aspectos estadísticos de la evaluación de la sacarina, defendiendo la idea de la resolución final del problema ante un mejor muestreo y el aumento de la población experimental. Ya hemos vistos que éste es simplemente uno de los momentos de la investigación toxicológica. Es demasiado arriesgado reducir una rica polémica de 100 años a una mera discusión de números o a una supuesta confrontación entre bayesianos y frecuentistas. La controversia científica es mucho más compleja que su reducción al apartado estadístico: implica múltiples disciplinas, tipos de expertos, organizaciones de investigación y concepciones acerca de la naturaleza.

Por ello, mi conclusión consiste en afirmar que los valores epistémicos se encuentran condicionados por factores no-epistémicos, y que la consecución de evidencia, lejos de constituir un mero pacto social, requiere no obstante el consenso por lo que se refiere a las metodologías de investigación, los aspectos formativos y epistémicos generales o la evaluación de los resultados, y estos aspectos de la investigación científica remiten a factores económicos, de tradición científica, éticos... La elaborada delimitación del caso seguido en este artículo refrenda lo expuesto.

En los procesos de tomas de decisiones requerimos algo más que conocimiento científico, puesto que éste es limitado y, frecuentemente, contradictorio. Necesitamos alguna representación de valores,⁶⁰ una axiología de la decisión científica (Laudan, 1984; Lafuente, 2001; Echeverría, 2002; Rescher,

⁶⁰ Giere, en Mayo *et al.* (1991), p. 184.

1999; Solís, 1994), que nos permita una decisión final de mayor peso correctamente consensuada. La complejidad en la consecución de la causalidad no debe arrojarnos a la duda perpetua, como la del asno de Buridán. Hay elementos epistémicos suficientes para tomar decisiones sobre sucesos –aparentemente– causales, aunque debemos revisar a fondo el ámbito y los límites de lo epistémico. Para no sucumbir al escepticismo, para no ser cegados por un realismo exacerbado, sin caer en las simplistas y oportunistas tesis del Programa Fuerte de la Escuela de Edimburgo (recuerden su falta de coherencia al no aplicarse ellos mismos el 4º principio fundacional: la reflexividad), debemos no obstante remarcar el carácter social y temporalmente limitado de la actividad científica. Una concepción evolutiva de la epistemología científica –que incluya los avances de las ciencias cognitivas– y de la axiología implícita (Vallverdú, 2000) nos acerca a la realidad de la ciencia al mismo tiempo que justifica sus errores y sus limitaciones e, incluso, explica mejor sus éxitos.

La sacarina no es cancerígena o, por lo menos, ya nadie lo discute. Las controversias sobre sus propiedades han sido clausuradas de modos distintos en los principales espacios de debate: Europa y los Estados Unidos. Pero si bien el parecer de las agencias reguladoras sobre la inocuidad de la sacarina han acabado asemejándose (en clausuras de argumentos determinantes), los problemas metodológicos aparecidos durante su transcurso han complicado el desarrollo de la evaluación de riesgos y han mostrado que el acuerdo completo pasa por la necesidad de crear métodos e instituciones de investigación unificados. Por lo menos, no habrá voces discordantes. La regularización estabiliza pero elimina la diversidad. Cada nuevo valor modifica otro, y la historia de la ciencia continúa más allá de nuestras palabras, necesarias para su misma comprensión.

BIBLIOGRAFÍA

- Amberger-Lahrman, M. y Schmähl, D. (eds.) (1987), *Gifte. Geschichte der Toxikologie*, Heidelberg, Springer Verlag.
- Ames, Bruce N. (1983, septiembre), “Dietary carcinogens and Anticarcinogens”, *Science* 221, pp. 1256-1264.
- Ames, Bruce N. et al. (1990, agosto), “Too Many Rodent Carcinogens: Mitogenesis Increases Mutagenesis”, *Science* 249, pp. 970-971.
- Arnold, D. et al. (1983), “Saccharin: A toxicological and Historical Perspective”, *Toxicology* 27, Irlanda, pp. 179-256.
- Bensaude-Vincent, Bernadette et al. (1993), *Histoire de la chimie*, París, La Découverte.

- Beyer, Oskar (1918), *Ueber der Kontrolle und Herstellung von Saccharin*, Zürich, Rascher & Cie Verlag.
- Brower, L. P. (1970, septiembre), “Sodium Cyclamate and Bladder Carcinoma”, *Science* 170, p. 558.
- Bryan, George (1970), “Production of Urinary Bladder carcinomas in Mice by Sodium Saccharin”, *Science* 168, pp. 1238-1240.
- Brickman, R. *et al.* (1985), *Controlling Chemicals. The Politics of Regulation in Europe and the United States*, Cornell University Press.
- Brusick, D. *et al.* (1989), “Assessment of the Genotoxicity of Calcium Cyclamate and Cyclohexylamine”, *Environmental and Molecular Mutagenesis* 14, pp. 188-199.
- Cairns, John (1981), *Cáncer: Ciencia y sociedad*, BCN, Reverté.
- Carlson A. J. *et al.* (1923), “Studies on the physiological action of saccharin”, *Journal of Metabolical Research* 3, p. 451.
- Chicote, César (1897), *Alimentos y bebidas. Investigación de sus alteraciones y falsificaciones*, Madrid, Ricardo Fé.
- Crammer, B. (1970, septiembre) “Cyclamates”, *Chemistry in Britain*, Reino Unido 6(9), p. 402.
- Cranmer, Morris F. (1980), *Saccharin. A Report*, USA, American Drug research Institute, Inc.
- Downs, T. D. *et al.* (1982), “Influence of repair processes on dose-response models”, *Drug and Metabolism Reviews* 13, pp. 839-852.
- Drasar, B. S. *et al.* (1972), “The Role of the Gut Flora in the Metabolism of Cyclamate”, *Biochemical Journal* 129, pp. 881-890.
- Engelhardt, H. y Tristram Jr. *et al.* (eds.) (1987), *Scientific Controversies (Case studies in the resolution and closure of disputes in science and technology)*, Cambridge University Press.
- Epstein, Samuel S. (1978), *The Politics of Cancer*, Sierra Club Books.
- Fantus B. *et al.* (1923), “Saccharin feeding of rats”, *Journal of the American Pharmaceutical Association* 12, p. 318.
- Faro, J. C. (1994), *La Ciencia de la Nutrición en el siglo XIX*, Zaragoza, Universidad de Zaragoza (tesis doctoral).
- Fitzhug, O. G. *et al.* (1951), “A Comparison of the Chronic Toxicities of Synthetic Sweetening Agents”, *Journal of the American Pharmaceutical Association* 40(2), pp. 583-586.
- Gass, G.H. y Alaben, W. (1977), “Preliminary Report on the Carcinogenic Dose

- Response Curve to Oral Vitamin D₂", *IRCS Medical Science* 5, p. 477.
- Giere, Ronald N. (1991), *Understanding Scientific Reasoning*, Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Grandmougin, Eugène (1919), *L'Essor des Industries Chimiques en France*, París, Dunod.
- Guggenheim, B. (ed.) (1979), *Health and Sugar Substitutes*, Suiza, Walter Hauri.
- Herbold, B. A. (1981), "Studies to evaluate artificial sweeteners, especially Remsen-Fahlberg saccharin, and their possible impurities, for potential mutagenicity by the Salmonella/mammalian liver microsome test", *Mutation Research* 90, Amsterdam, pp. 365-372.
- Howe, G. R. et al. (1977, 17 de septiembre), "Artificial Sweeteners and Human Bladder Cancer", *The Lancet*, Reino Unido, pp. 578-581.
- Inhorn, S. L. et al. (1969, noviembre), "Cyclamate Ban", *Science*, vol. 166, N° 3906, pp. 685-686.
- Jagnaux, Raoul (1891), *Histoire de la Chimie*, París, Baudry et Cie., t. 2.
- Jasanoff, Sheila (1991a), "Acceptable Evidence in a Pluralistic Society", Mayo, D. G. (ed.), *Acceptable Evidence: Science and Values in Risk Management*, Reino Unido, Oxford University Press, pp. 29-47.
- (1991b), "Cross-National Differences in Policy Implementation", *Evaluation Review* 15(1), pp. 103-119.
- (1994 [1990]), *The Fifth Branch*, Harvard University Press.
- (1997), "Civilization and Madness: The Great BSE Scare of 1996", *Public Understanding of Science*, vol. 6, Reino Unido, pp. 221-232.
- Kirschstein, R. L. (1974), "Cyclamates", *Human Pathology* 5(4), pp. 498-450.
- Kline, J. et al. (1978, March 15th), "Spontaneous abortion and the use of sugar substitutes (saccharin)", *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, pp. 708-711.
- Knasmüller, S., Schwab, C. y Parzefall, W. (2001), "Kanzerogene un gentoxische Substanzen in Lebensmitteln und natürliche Protektionsmechanismen", *J. Ernährungsmed* 1, pp. 5-16.
- Kojima, S. et al. (1966a), "Studies on Synthetic Sweetening Agents. VI. Absorption and Excretion of Sodium Cyclamate", *Chemical and Pharmaceutical Bulletin* 14(9), Japón, pp. 959-965.
- (1966b), "Studies on Synthetic Sweetening agents. VII. Absorption and Excretion of Sodium Cyclamate" (2), *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 14(9), Japón, pp. 965-971.

- (1966c), “Studies on Synthetic Sweetening Agents. VII. Cyclohexylamine, a Metabolite of Sodium Cyclamate”, *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 14(9), Japón, pp. 971-974.
- (1968), “Studies on Synthetic Sweetening Agents. XIII. Metabolism of Sodium Cyclamate (2). Detection of Sodium Cyclamate in Rabbit and Rat by Gas-Liquid Chromatography”, *Chemical and Pharmaceutical Bulletin* 16(9), Japón, pp.1851-1854.
- Kroes, R. *et al.* (1977), “Long-term toxicity and reproduction study (including a teratogenicity study) with cyclamate, saccharin and cyclohexylamine”, *Toxicology* 8, Holanda, pp. 285-300.
- Lessel, B. (1959), “A Two-Year Trial on Saccharin for Carcinogenic Activity”, estudio no publicado N° 1014, por la Biological Division de la Boots Pure Drug Co. Ltd., Nottingham, Inglaterra.
- (1970), “Carcinogenic and teratogenic aspects of saccharin”, *SOS/70 Proceedings Third International Congress, Food Science and Technology*, Washington, p. 764.
- Lilford, R. L. y Braunholtz, D. (1996, 7 de septiembre), “For Debate: The statistical basis of public policy: a paradigm shift is overdue”, *British Medical Journal* 313, pp. 603-607.
- Lorke, D. (1969, junio), “Untersuchungen von Cyclamat und Saccharin auf embryotoxische und teratogene Wirkung an der Maus”, *Arzneimittelforschung* 19(6), Alemania, pp. 920-922.
- (1973), “Untersuchung von Cyclamat auf mutagene Wirkung im Dominant-letal-Test an der Maus”, *Humangenetik* 18, Alemania, pp. 165-170.
- Löser, E. (1977), “Subchronische toxicologische Untersuchungen mit Cyclamat-Na an Hunden”, *Arzneimittelforschung*, 27(I), 1, Alemania, pp. 128-131.
- Mayo, Deborah G. y Hollander, Rachelle D. *et al.* (eds) (1991), *Acceptable evidence: science and values in risk management*, Oxford University Press.
- Mayo, Deborah G. (1996), *Error and the growth of experimental knowledge*, The University of Chicago Press.
- Merki, Christoph Maria (1993), *Zucker gegen Saccharin. Zur Geschichte der künstlichen Süßstoffe*, Alemania, Campus Verlag.
- Miller, Catherine Gibbs (1980, marzo), *Decisionmaking and the Use of Technical Information at the U.S. Environmental Protection Agency*, tesis de doctorado, Harvard University.
- Molinari, Héctor (1923), *Química general y aplicada a la industria II*, Barcelona, Gustavo Gili.
- Morgan, R. W. *et al.* (1985), “A review of epidemiological studies on artificial sweeteners and bladder cancer”, *Food and Chemical Toxicology* 23(4/5), pp. 529-533.

- Morrison, A.S. *et al.* (1980, marzo), “Artificial Sweeteners and Cancer of the Lower urinary Tract”, *The New England Journal of Medicine* 302(10), Reino Unido, pp. 537-541.
- Morrison, A.S. *et al.* (1982), “Artificial Sweeteners and Bladder Cancer in Manchester, United Kingdom, and Nagoya, Japan”, *British Journal of Cancer* 45, Reino Unido, pp. 332-336.
- NAS (1979, 1º de marzo), *Food Safety Policy: Scientific and Societal Consideration.s (Committee for a Study on Saccharin and Food Safety Policy)*, EEUU, NAS.
- Nelson, D. *et al.* (1954), “Hepatic Tumors in rats Following Prolonged Ingestion of Milk and Egg Yolk”, *Cancer Research* 14, pp. 441-445.
- NRC (1983), *Risk Assessment in the Federal Government : Managing the Process*, Washington D.C., National Academy Press.
- (1996), *Understanding Risk. Informing Decisions in a Democratic Society*, EEUU, National Academy Press.
- NRC/NAS (1978, marzo), *Saccharin: Technical Assessment of risk and Benefits. Report no.1*, EEUU, NRC/NAS.
- Lecos, Chris W. (1983, 1 de febrero), “Sweetness Minus Calories = Controversy (Artificial Sweeteners)”, *FDA Consumer*, EEUU, NRC/NAS.
- NIHES (2000, mayo), *Ninth Report on Carcinogens*, EEUU, NIHES.
- Olbrich, Hubert (1989), *Zucker Museum*, Deutschland, Druckhaus Hentrich.
- Oser, Bernard L. (1969), “Much Ado About Safety”, *Food and Cosmetics Toxicology* 7, Reino Unido K, pp. 415-424.
- Oser, Bernard L. (1985), “Highlights in the History of Saccharin Toxicology”, *Food and Chemical Toxicology* 23(4/5), Reino Unido, pp. 535-542.
- OTA (1977), *Cancer Testing Technology and Saccharin*, EEUU, OTA.
- Palmer, S. *et al.* (1986), “The Role of Non-Nutritive Dietary Constituents in Carcinogenesis”, *Surgical Clinics of North America* 66(5), EEUU, pp. 891-915.
- Pitkin, R. M. *et al.* (1970, diciembre), “Placental transmission and fetal distribution of cyclamate in early human pregnancy”, *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 108 (7), EEUU, pp. 1043-1050.
- Peto, Julian (2001, 17 de mayo), “Cancer epidemiology in the last century and the next decade”, *Nature* 411, Reino Unido, pp. 390-395.
- Price, P. (1996), “Cyclamate”, *ISA/GSMO Seminar on Low-Calorie Sweeteners (Abu Dhabi)*, pp. 31-38.
- Priebe, Paul M. *et al.* (1980), “Making governmental Policy under Conditions of Scientific Uncertainty: A Century of Controversy about Saccharin in Congress and the Laboratory”, *Minerva* XVIII (4), Italia, pp. 556-573.

- Proctor, Robert N. (1995), *Cancer Wars. How Politics Shapes What we Know & Don't Know About Cancer*, EEUU, BasicBooks.
- Ramsay, O. B. y Rocke, A. (1984), "Kekulé's Dreams: Separating the Fiction from the Fact", en *Chemistry in Britain*, vol. 20, pp. 1093-1094.
- Renwick, A. G. (1972), "The Fate of Cyclamate in Man and Other Species", *Biochemical Journal* 129, Reino Unido, pp. 869-879.
- Renwick, A. G. (1996), "The benefits and safety of Intense Sweeteners Used Alone and in Combination", *Low-Calorie Sweeteners, ISA Seminar*, Abu Dahl, 19 de mayo de 1996.
- Rhein, Reginald W. et al. (1977), *The Saccharin Controversy: A Guide for Consumers*, EEUU, Monarch Press.
- Ross, Joseph F. et al. (1998), "Expanded Clinical Observations in Toxicity Studies: Historical Perspectives and Contemporary Issues", *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 28, EEUU, pp. 17-26.
- Royston M. Roberts (1989), *Serendipity, Accidental Discoveries in Science*, John Wiley and Sons, Nueva York, John Wiley and Sons, pp. 75-81.
- Salmon, Wesley C. (1990), "Rationality and Objectivity in Science or Thomas Kuhn Meets Tom Bayes", en Savage, C. Wade (ed.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. 25, EEUU, University of Minnesota Press, pp. 175-204.
- Schmähl, D. et al. (1972), "Fehlen einer synkarzinogenen Wirkung von Cyclamat bei der Blasenkrebsentstehung mit Butyl-butanol-nitrosamin bei Ratten", *Arzneimittelforschung*, Alemania 22 (6), pp. 999-1000.
- Schmähl, D. et al. (1980), "Absence of Carcinogenic Response to Cyclamate and Saccharin in Sprague-Dawley Rats after Transplacental Application", *Arzneimittelforschung*, Alemania 30-II(11), pp. 1905-1906.
- Schmähl, D. et al. (1984), "Investigations on the Carcinogenicity of the Artificial Sweeteners Sodium Cyclamate and Sodium saccharin in Rats in a Two-Generation Experiment", *Arzneimittelforschung* 34-I (5), Alemania, pp. 604-606.
- Science* (1987), 236, EEUU, p. 280 [monográfico especial *risk assessment*].
- Sieber, S. M. et al. (1978), "Long-term studies on the potential carcinogenicity of Artificial sweeteners in non-human primates", en B. Guggenheim (ed.), *Health and Sugar Substitutes. Proceedings of the ERGOB Conference on Sugar Substitutes*, Génova, 30 de octubre/1º de noviembre, p. 266.
- Stone, David et al. (1971, 7 de mayo), "Do Artificial Sweeteners ingested in Pregnancy affect the Offspring?", *Nature* 231, Reino Unido, p. 53.
- Stutzer, Robert (1890), *Das Fablberg'sche Saccharin (Anhydroorthosulfaminbenzoesäure)*, Braunschweig Druck und Verlag von Friderich Vieweg und Sohn.

- Suppes, Patrick (1970), *A Probabilistic Theory of Causality*, Helsinki, North-Holland Publishing Company.
- Süss, R. *et al.* (1973), *Cancer. Experiments and concepts*, EEUU, Springer-Verlag.
- Tanaka, R. (1964), *Japanese Journal of Public health* 11, Japón, p. 909.
- Taylor, J. D. *et al.* (1968), “Toxicological Studies with Sodium Cyclamate and Saccharin”, *Food and Cosmetics Toxicology* 6, Reino Unido, pp. 313-327.
- Tennant, Raymond W. *et al.* (1987, mayo), “Prediction of Chemical Carcinogenicity in Rodents from in Vitro Genetic Toxicity Assays”, *Science* 236, EEUU, pp. 933-941.
- Thorgeirsson, U.P. *et al.* (1994), “Tumor Incidence in a Chemical Carcinogenesis Study of Nonhuman Primates”, *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 19, Holanda, pp. 130-151.
- Timbrell, John A. (1995), *Introduction to Toxicology*, Londres, Taylor & Francis.
- Ullmann, Fritz (1915), *Enzyklopädie der technischen Chemie I- II*, Berlín, Urban & Schwarzenberg.
- Vallverdú, Jordi (1999), “Anàlisi filosòfic de les controvèrsies científiques: el cas del ciclamat”, trabajo de investigación para grado de doctorado, BCN, UAB.
- (2000), “Condiciones severas ante indeterminaciones cognitivas: historicidad de la axiología experimental”, en Actas del III Congreso de la Sociedad de Lógica, Metodología y Filosofía de la Ciencia en España, SLMFCE: UPV/EHU, pp. 647-656.
- Vallverdú, Jordi (2002), *Marc teòric de les controvèrsies científiques: el cas de la sacarina*, tesis de doctorado, BCN, UAB. [Disponible en red, formato PDF, en <<http://192.94.163.251/>>, tesis de doctorado en Xarxa].
- Verret, Jacqueline (1974), *Eating May Be Hazardous to Your Health*, EEUU, Simon and Schuster.
- Vogel, David (1992), “Consumer Protection and Protectionism in Japan”, *Journal of Japanese Studies* 18(1), Japón, pp. 119-154.
- Wallace, W. C. *et al.* (1970, julio), “The Metabolism of Cyclamates in Rats”, *The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 175(2), EEUU, pp. 325-330.
- Watson, W. P. *et al.* (1994, agosto), “Chemicals and cancer: estimating the risk”, *Chemistry in Britain*, Reino Unido, pp. 661-664.
- Weinberg, Robert A. (1996), *Racing to the Beginning of the Road. The Search for the Origin of Cancer*, EEUU, W. H. Freeman & Company.
- Wildavsky, Aaron (1997), *But Is It True? A Citizen's Guide to Environmental Health and Safety Issues*, EEUU, Harvard University Press.

Wynder, Ernst L. et al (1980), “Artificial Sweetener Use and Bladder Cancer: A Case-Control Study”, *Science* 207, EEUU, pp. 1214-1216.

Winston Miller, David Lee [consultado el 18 de febrero del 2000], “The LD50 Test. A Failure of Extreme, but Measurable Proportions”, Página: <<http://www.sun-yit.edu/~millerd1/LD50.HTM>>.

DOSSIER

MICHAEL D. KING

RAZÓN, TRADICIÓN Y EL CARÁCTER PROGRESIVO DE LA CIENCIA

RAZÓN, TRADICIÓN Y EL CARÁCTER PROGRESIVO DE LA CIENCIA

MICHAEL D. KING (1970)*

La sociología de la ciencia se ocupa de “la relación entre el pensamiento humano y el contexto social del cual aquél surge”.¹ Así, con esta lectura, la sociología de la ciencia puede considerarse como preocupada por el análisis del contexto social del pensamiento científico. Pero el pensamiento científico, como muchos sociólogos conceden, se distingue de otros modos de pensamiento precisamente en virtud de su inmunidad ante la determinación social —en la medida en que, como el pensamiento es científico en tanto se rige por la razón más que por la tradición, y en la medida en que es racional mientras escape de la determinación de fuerzas sociales “no lógicas”. Si se admite la racionalidad de la ciencia en este último sentido, ¿qué podemos esperar de aprender al estudiar las ideas científicas en su contexto social?. Implícita o explícitamente, la mayoría de los sociólogos de la ciencia han respondido a esta pregunta señalando una clara distinción entre ciencia como un “sistema de ideas” regido por una lógica interna, y ciencia como un “sistema social” formado por fuerzas no lógicas, y argumentando que aunque el análisis sociológico puede agregar poco o nada a nuestra apreciación de aquélla como sistema de ideas, sí es la manera obvia de entender la ciencia como sistema social. Han aceptado, en otras palabras, una división del trabajo claramente marcada. La ciencia como un sistema de conocimiento simplemente no es su negocio: pertenece a la provincia de la historia o de la filosofía de la ciencia. El objetivo de estas disciplinas es exhibir la estructura interna y las afinidades intelectuales de las ideas científicas más que sus orígenes sociales o sus influencias. Buscar comprender las ideas en el interior de un contexto intelectual más que social, mostrar los antecedentes “cognitivos” antes que los “conductuales” y sus consecuencias. Por otro lado, los sociólogos se preocupan por la ciencia como actividad social o, para elegir al azar, por “la ciencia como sistema social”, “un tipo particular de conducta”, “el lado humano de la ciencia”, o por su carácter “comunitario”.² Así, la sociología, desde esta vi-

* Traducción de Lucía Romero y Leopoldo Blugerman.

¹ Peter L. Berger y Thomas Luckmann, *The Social Construction of Reality*, Londres, 1967, p. 16.

² Véase, por ejemplo, N. W. Storer, *The Social System of Science*, Nueva York, 1966, donde la ciencia es descrita como “un particular tipo de conducta”; John Ziman, *Public Knowledge: The Social Dimension of Science*, Cambridge, 1968, p. 130, señala que “La sociología de la ciencia está [...] [preocupada por] las interacciones sociales entre colegas científicos”; cf. Stephen Cotgrove, “The Sociology of Science and Technology”, *British Journal of Sociology* 21, 1970, pp. 1-15.

sión, busca explicar la conducta de los científicos –sea hacia pares o hacia *outsiders*– y, en la línea del pensamiento funcionalista que ha dominado el campo, para explicarla mayormente en términos de los valores y las normas a los que los científicos, *qua* científicos, están sometidos. La mayoría de los sociólogos aparecen, entonces, aceptando que no hay una conexión intrínseca entre las ideas que los científicos sostienen y la manera en que se comportan; que la elección de ideas de los científicos se rige por la razón mientras que su conducta está dictada por una tradición no lógica, y que la última puede entenderse sin referencia a la anterior.

Esta división entre la historia de las ideas científicas y la sociología de la conducta científica, entre el estudio de la ciencia como “un particular tipo de conocimiento” y como “un particular tipo de conducta” ha encontrado el activo consenso tanto de sociólogos como de historiadores. Uno puede ver por qué tal división del trabajo aparece tan atractiva para ambos lados –cualquiera sea su justificación intelectual, salva a los historiadores de los intelectuales de la indignidad de estar diciendo que las causas del crecimiento científico yacen más allá de su comprensión profesional, y alivia a los sociólogos de la necesidad de entender las ideas científicas.

De todos modos, al menos una figura se ha pronunciado contra este “divorcio de conveniencia”. En su libro *The Structure of Scientific Revolutions*³ T. S. Kuhn se mueve hacia atrás y hacia adelante alrededor de la frontera entre la historia de las ideas y la sociología de la conducta científica. Cualesquiera sean los méritos de la particular manera de considerar al cambio científico, su trabajo nos fuerza a reabrir la cuestión de cómo sus dimensiones intelectuales y sociales pueden ser propiamente entendidas aislada una de la otra.

El propósito de este *paper* es triple. Primero, trazo lo que puede ser llamado el acercamiento “conductista” o “funcional” de la sociología de la ciencia de vuelta a sus raíces en los esfuerzos de R. K. Merton por fundir una sociología antirracionalista y una visión racionalista de la ciencia. Mi propósito aquí es mostrar que este enfoque se arraiga en una extendida analogía entre ciencia y actividad económica; de esta manera, se percibe la ciencia como “trabajo”, a los científicos como “trabajadores”, las ideas científicas como materias primas o como “productos” de la investigación científica. Por consiguiente, esta perspectiva percibe el sistema social de la ciencia como un sistema para la producción y diseminación de ideas científicas, y postula la virtual bifurcación de los “productos” científicos y los procesos de la “producción” científica, de las ideas científicas y las prácticas concretas que las hi-

³ T. S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, 1962.

cieron emerger.⁴ De esta manera, tratando como extrínseca la conexión entre la práctica de la ciencia y el conocimiento que ella produce, los sociólogos han sido capaces de emprender una interpretación sociológica de la primera sin preocuparse por esto último, la cuestión de la determinación social del conocimiento producido por la ciencia. Es más, han usado el paralelismo con la vida económica para sugerir precisamente en qué sentido la práctica de la ciencia puede pensarse socialmente determinada: según esta visión, tanto la ciencia como la economía están igualmente impulsadas por sentimientos sociales “no lógicos”, por valores y motivaciones, mientras finalmente se rigen por una inflexible lógica asocial. Esta lógica está expresada, en un caso, por cánones fijos de metodología científica y, en el otro, por las “leyes de hierro” de la ciencia económica.

Mi segundo objetivo es mostrar que el análisis de Kuhn del desarrollo científico genera serias dudas en cuanto a la validez de esta manera de considerar la relación entre prácticas científicas e ideas científicas. En particular, desafía la visión de que la práctica de la ciencia se estructura alrededor de una lógica universal asocial de procedimiento, y en cambio trata la práctica de la ciencia regida por tradiciones concretas, discretas y “locales” que, de hecho, se resisten a la racionalización.

Así, en tercero y último término, trato de indicar qué tipo de sociología de la ciencia puede desarrollarse desde la concepción de Kuhn sobre tradiciones de investigación. Claramente, como veremos, cuando habla del carácter social de la ciencia el mismo Kuhn no desarrolla sus términos desde la economía –el dominio de lo “racional”– sino desde la política, las leyes y la religión, donde la “tradicción” al menos todavía goza de un poco de respeto. Él señala el camino hacia una sociología de la autoridad científica, del consenso y del compromiso más que hacia una sociología mertoniana de la producción, la distribución y el intercambio científicos. Se puede señalar la diferencia de manera simple: a diferencia de lo que permite el enfoque de Merton, la tesis de Kuhn sugiere que elegir una teoría científica se acerca más a elegir una filosofía política o una religión que a un producto económico (como un equipo de televisión o una heladera).

⁴ Hay una marcada sobreposición entre Merton y los historiadores de la ciencia marxistas, desde B. Hessen y J. D. Bernal a Christopher Hill. Comparten la inclinación a tomar la ciencia como “trabajo” y a remarcar el espontáneo alineamiento de intereses del movimiento científico con el de grupos que ellos identifican como siendo económicamente los más progresistas en cualquier punto del tiempo, sean ellos capitalistas en el siglo XVII o los trabajadores en el siglo XX. Véase mi discusión sobre J. D. Bernal en “Science and the Professional Dilemma”, Julius Gould (ed.), *Penguin Social Sciences Survey*, Londres, 1968, pp. 51-68.

1. LA SOCIOLOGÍA ANTIRRACIONALISTA DE MERTON

Como la de Parsons, la sociología funcionalista de Merton parte de una crítica de lo que se describe en *The Structure of Social Action* como la tradición positivista o racionalista del pensamiento sociológico. Como señala Parsons, el enfoque positivista busca comprender el orden social dentro de un esquema analítico simple de medios- fines. Desde esta perspectiva, la acción social es inmediatamente comprensible si es racional, y es racional “mientras persigue fines posibles dentro de la situación, a través de medios que, entre aquellos disponibles para el actor, están intrínsecamente mejor adaptados al fin por razones entendibles y verificables por la ciencia empírica positiva.”⁵ Encarar la explicación de la acción es tratar de mostrar que ella toma esta forma. Pero si la sociología positivista es confrontada con las prácticas sociales que no son racionales en este sentido, que patentemente no pueden lograr sus objetivos porque se derivan de una visión del mundo que es no “científica”, entonces, como Merton señala, él no puede hacer más que desecharlas como “supersticiones” o “irracionalidades”, y atribuir dichos sucesos a la “falta de inteligencia”, enorme ignorancia, reliquias, o a la “inercia de la tradición”.⁶

El funcionalismo de Merton derrumba esta aguda distinción entre prácticas racionales (y, de ahí, comprensibles) e irracionales (y de allí, en última instancia, incomprensibles) introduciendo la categoría intermedia de comportamiento no racional (pero sin embargo comprensible –al menos para los sociólogos–). Donde el positivismo, en el sentido parsoniano del término, señala que la acción es racional y comprensible sólo en la medida en que sus efectos objetivos, motivos subjetivos y propósitos invocados coinciden, Merton sostiene que buena parte del comportamiento social, motivo, propósito y efecto están, de hecho, radicalmente dislocados. Sin embargo, Merton argumenta que tal comportamiento puede demostrarse razonable –si no estrictamente racional– y comprensible si lo estudiamos en términos de sus orígenes y sus efectos reales más que en los términos de los propósitos invocados para los cuales fue emprendido. Así, su análisis de actores sociales depende de dos dicotomías. Primero, en la tradición de Pareto, divide los pronunciamientos de propósito de los actores en dos elementos: en la mera

⁵ Talcott Parsons, *The Structure of Social Action* (2a ed.), Glencoe, Ill., 1949, p. 58. A lo largo de este *paper* he utilizado indistintamente los términos “positivista” y “racionalista” para designar la teoría de la acción y la aproximación a la historia de la ciencia descritas por Parsons y Kuhn, respectivamente, con lo cual no busco implicar que el término positivista en el primer sentido sea necesariamente el mismo para el segundo. De hecho, sostengo que Merton contribuye a una teoría de la acción “no positivista” con una visión “positivista” de la ciencia.

⁶ Robert K. Merton, *Social Theory and Social Structure* (ed. rev.), Glencoe, Ill., 1957, p. 64.

racionalización desarrollada para justificar acciones, por un lado, y en la expresión de los sentimientos o la motivación que realmente le da origen a dicha acción sobre el otro –o, con sus propias palabras, en “expresiones de razones que son sólo meras expresiones de la boca para afuera [*lip-service*] y aquellas que expresan orientaciones básicas”.⁷ Segundo, en la tradición funcionalista, Merton distingue entre los propósitos mencionados por los cuales una acción fue iniciada –aquéllos presumiblemente compuestos por racionalizaciones y expresiones auténticas de motivaciones–, de su real u objetiva consecuencia para un sistema social.

Para Merton, la acción se aproxima al modelo positivista sólo cuando esas dos dicotomías desaparecen: por ejemplo, cuando las peticiones de propósito expresan exactamente los sentimientos que dieron origen a una acción, y cuando la acción alcanza precisamente el propósito para el cual ella fue dirigida. De hecho, la sociología de Merton se acopla con el estudio de las desviaciones de los sistemas de acción desde esta feliz conjunción; su contribución distintiva es descubrir precisamente aquellos antecedentes y efectos de la acción social que no están del todo claros, o lo están sólo parcial u oblicuamente, para el actor en su declaración de propósito. Es una sociología de las motivaciones inconscientes de la conducta social y de sus consecuencias no anticipadas o no buscadas, una sociología que da inteligibilidad al comportamiento no lógico estudiándolo en un contexto no evaluado por el actor.

La teoría de la acción de Merton le permite restaurar los credos y las prácticas que los positivistas dejaron de lado por considerarlos irracionales. Verdad, magia o rituales religiosos –como la ceremonia Hopi de la lluvia– pueden dirigirse hacia propósitos que no pueden ser logrados, o logrados en esos términos, pero su significación social yace en cualquier lado en que estén las motivaciones que le dieron origen, y en su contribución a la solidaridad social –en el hecho de que dan expresión simbólica a sentimientos de profundo arraigo, y desarrollan funciones latentes para el grupo.

Así, el funcionalismo de Merton muestra que los modos “tradicionales” de pensamiento y de conducta no son meramente productos de conocimiento imperfecto sino que forman un reservorio de sabiduría inconsciente y una fuente de funcionalidad latente. Eso demuestra la “razonabilidad” de las prácticas no lógicas. De todos modos, al mismo tiempo marca los límites impuestos por el sistema social sobre la acción que es racional en sentido estricto. Donde un liberal conservador como Michael Oakeshott encuentra la racionalidad limitada por la imposibilidad de hacer totalmente explícitos los principios (o tradiciones) que rigen la conducta humana, un conservador liberal

⁷ *Ibid.*

como Merton también la ve limitada, pero por la inmensa dificultad de anticipar y, de allí, tener en cuenta, sus múltiples consecuencias. Si para Oakeshott la posibilidad de racionalizar acciones humanas está limitada por la opacidad intrínseca de sus antecedentes, para Merton el límite está impuesto por la dificultad *práctica* de ver por adelantado todos sus efectos. Las iniciativas racionales, en su visión, están constantemente en peligro de ser atrapadas, frustradas o inclusive revertidas por los efectos no buscados ni anticipados que ellas inevitablemente tienen sobre los varios elementos complejamente interrelacionados de un sistema social. De este modo, el curso más “razonable” no es confiar demasiado en la anticipación, sino proceder a dar un cauto proceso de paso a paso, así como a dar tiempo para que el rango completo de consecuencias de una medida se revele antes de intentar dar otro paso. Así, Merton virtualmente repudia el sueño positivista de reconstrucción social de fundar un orden social totalmente racional. Las instituciones sociales no se crean por la razón, sino que se cristalizan como “consecuencias no anticipadas de acciones sociales intencionadas”, son “consecuencias sociales imprevistas”,⁸ o –para usar la famosa frase de Adam Ferguson– son “el resultado de la acción humana pero no la ejecución de ningún designio humano”.

Como señala Parsons, el enfoque positivista enfatiza sobre el aspecto *cognitivo* de la acción social. Trata al actor como si fuera un investigador científico, como si sus acciones se encontraran regidas pura y exclusivamente por conocimiento verificable. El funcionalismo, por otro lado, resta importancia al rol de la cognición en la acción poniendo el énfasis en el motivo y en el efecto. Para el positivista, el pensamiento es el padre del hecho; para Merton, el hecho es el padre del pensamiento. Merton no relaciona la acción social con su propósito consciente, sino con los sentimientos inconscientes que la impulsan, así como con sus efectos involuntarios, y en gran parte inesperados e impensados. Los sentimientos y los valores dan ímpetu a la acción; las ideas a lo sumo desvían la acción hacia una u otra dirección. Así, Merton da prioridad a la acción sobre el pensamiento, a la práctica sobre la teoría. Esta última no determina la acción, sino que expone sus fuentes reales y trata de pronosticar sus consecuencias probables.

De hecho, este compromiso es tan fundamental que da su matiz a toda la concepción de la tarea que Merton se autoimpuso: esto es, transformar teorías especulativas en estrategias de investigación confiables y reformar la *práctica* de la sociología más que elaborar su teoría. Su santo y seña como sociólogo es, seguramente, “Sé metódico”. De hecho, Merton puede conside-

⁸ Véase el temprano *paper* de Robert K. Merton “The Unanticipated Consequences of Purposive Social Action”, *American Sociological Review* 1, 1936, pp. 894-904.

rarse como el Francis Bacon de la sociología contemporánea, su paradigma del funcionalismo es su *Novum Organon*. Con su ayuda, la investigación sociológica se transforma en una efectiva y coordinada máquina para buscar problemas, recoger datos y dar soluciones. El sociólogo es más un “hacedor” que un pensador. Es el método lo que hace de la sociología una ciencia, no el teorizar. Pero para Merton esto no vale sólo para la sociología, sino para la ciencia en general. Acepta sin dudar la visión positivista de que la ciencia se distingue por su método, por su conformidad a una estricta lógica de procedimiento. Al mismo tiempo, podemos ver ahora que su sociología previene claramente al mismo Merton de aceptar la consideración positivista del carácter *social* de la ciencia. Mientras que el positivismo explica la ciencia como un producto de la razón humana y considera el sistema social de la ciencia como una instancia modélica de un orden social racional, Merton intenta demostrar, en consonancia con su teoría de la acción, que el compromiso con la vida científica se basa en sentimientos “no lógicos”, y que el orden social de la ciencia no es un producto de la razón sino una consecuencia social imprevista, la consecuencia inesperada de acciones dirigidas hacia otros propósitos explícitos. ¿Cómo, entonces, tales fuerzas no lógicas aseguran la conformidad de la ciencia a una lógica fija de procedimiento? Ésta es la cuestión central de la sociología de la ciencia mertoniana. En primer lugar, en su famosa monografía “Science, Technology and Society in Seventeenth Century England” responde en términos históricos y luego, en sus *papers* de posguerra sobre el funcionamiento de la ciencia como una institución social,⁹ lo hace, aunque obviamente en términos más funcionalistas.

2. LA SOCIOLOGÍA “ECONÓMICA” DE LA CIENCIA DE MERTON: (A) LA CIENCIA COMO UNA “CONSECUENCIA SOCIAL IMPREVISTA”

A los ojos del positivista, la ciencia se opone abiertamente a la tradición. La tradición es estática, un conjunto de respuestas invariables, automáticamente transmitidas de generación en generación. Es un poder esencialmente irracional y arbitrario. Una sociedad arraigada a las tradiciones compra orden social a cambio de adaptabilidad y progreso. La ciencia es la antítesis de la tradición: es “el logro racional de la mente humana *par excellence*”.¹⁰ Tiene un carácter inherentemente crítico, progresivo y acumulativo. Es de donde mana el cambio ordenado.

⁹ Robert K. Merton, “Science, Technology and Society in Seventeenth Century England”, *Osiris* 4, 1938, pp. 360-362. Hay una reimpresión: Harper Torchbook, 1970.

¹⁰ T. Parsons, *Structure of Social Action*, cit., pp. 57-58.

Con respecto a la acusación de que el ataque a la tradición en nombre de la ciencia es una amenaza al orden social, el positivismo sostiene que la ciencia misma es una fuente alternativa de autoridad, invistiendo a la autoridad científica de cánones fijos e impersonales de investigación antes que de una constelación de creencias abiertamente inestable (por ejemplo, con un acorazado *método* más que con *ideas* corregibles). El positivismo sostiene que un sistema social basado en el compromiso hacia un método científico más que hacia un conjunto particular de creencias puede combinar orden con cambio, autoridad con innovación. De hecho, la ciencia en sí provee un modelo para tal sociedad; en la ciencia, las discontinuidades doctrinales y los desacuerdos se salvan por la constancia del método. En una sociedad “científica”, los conflictos sociales, las tensiones y las disonancias se transforman en problemas a ser solucionados por métodos científicos.

De esta manera, buscando una base sólida para la autoridad científica, el positivismo dicotomiza entre prácticas e ideas científicas. En una sociedad tradicional, pensamiento y pensador se consideran como intrínsecamente conectados: las ideas no pueden simplemente tenerse en mente; ellas son en un momento necesariamente incorporadas. Afectan el estatus moral y social o la personalidad de aquellos que las tienen. En contraste, el positivista sostiene que la relación entre conocimiento científico y el científico es extrínseca. El científico puede albergar ideas sin arriesgarse personal ni socialmente. Las ideas científicas pueden ser desacreditadas sin amenazar la autoridad de la ciencia o la de los científicos. Éste es uno de los aspectos de la noción de objetividad científica: las ideas científicas se tratan como cosas moral y socialmente neutrales, como objetos o materias primas más que como estados o actitudes mentales. Pasan de mente en mente, así como los bienes económicos pasan de mano en mano. Su valor es juzgado frente a estándares impersonales de mérito científico más que sobre la base de su significación humana o social. La relación entre el científico y las ideas científicas es una relación de un productor con un producto.

Básicamente, Merton adopta esta visión de la ciencia. La define como “una actividad social en curso *dando origen* a productos culturales y civilizatorios”.¹¹ Trata el sistema social de la ciencia como un sistema para la producción y la diseminación de conocimiento científico. Como consecuencia, concibe que la principal tarea de la sociología de la ciencia es comprender el origen, la evolución y la forma de funcionamiento de este sistema.

Es en este punto que Merton rompe con el positivismo. Para el positivista, el conocimiento científico es conocimiento al que se llega por métodos ra-

¹¹ R. Merton, *Social Theory and Social Structure*, cit., p. 534 (cursivas de Michael D. King).

cionales de indagación. Conformar los cánones metodológicos es, desde este punto de vista, simplemente actuar de manera racional. El crecimiento de la ciencia es tratado meramente como evidencia del avance de la racionalidad humana a expensas de las fuerzas irracionales de la tradición y la superstición. Ya hemos visto que la teoría mertoniana de la acción social lo previene de aceptar esta maniquea versión de la lucha entre las fuerzas de la ciencia racional y la tradición irracional: le exige mostrar que la conformidad del científico a los cánones positivistas de investigación científica está garantizada por sentimientos sociales no lógicos más que por la razón. Así, desde su punto de vista la ciencia no está ubicada en el lado del racionalismo *contra* el tradicionalismo. Es más –y aquí el funcionalismo de Merton se cruza con la tesis de Weber– la racionalidad científica misma surge y es garantizada por una tradición cultural particular, es decir, aquélla surgida de la tradición puritana. No se equipara con la razón humana como tal, ni su crecimiento se explica por el progreso de la razón: de hecho, la ciencia moderna es un “imprevisto social”, una consecuencia no buscada, un producto de la feliz oportunidad de que el puritanismo, bastante inconscientemente, dotara a las normas procedimentales o técnicas de la investigación científica con fuerza moral, llevando así el método experimental como la *vita metódica* a la apoteosis.

Merton creó su sociología de la ciencia *uniendo* una sociología que critica la teoría positivista de la acción social con una concepción de la ciencia que se deriva directamente del positivismo. Las dos partes fueron hechas para coincidir entre sí bastante ajustadamente, sólo desechando ideas tanto “tradicionales” (por ejemplo, magia o religión) o “científicas” como epifenómenos. Podemos ver este efecto si seguimos el razonamiento que yace en su tesis sobre los orígenes culturales de la ciencia moderna.

A los ojos de Merton, la revolución científica del siglo XVII se manifestó a sí misma como una aceleración de la *actividad* científica (más que como una transformación del *pensamiento* científico) que se expandió a lo largo de toda Europa occidental, alcanzando su cumbre en Inglaterra a mediados de ese siglo. Merton se plantea dos preguntas: 1) ¿qué elementos dan cuenta de este mayor interés en la ciencia? y 2) ¿por qué éste fue más marcado en las ciencias físicas que en las ciencias biológicas o de la vida?

Merton ofrece una respuesta separada a cada una de esas preguntas, aplicadas a Inglaterra: 1) sostiene que el “*swing* de la ciencia” fue evidencia de su creciente prestigio entre la élite intelectual de la época. La ciencia fue más valorada, y así atrajo a más reclutas y al interés general, porque cambió en su favor el criterio a partir del cual se midió el valor de las diferentes actividades sociales. Esta transformación de valores sociales fundamentales fue el producto de, o al menos fue asociado con y acompañado por, la expansión

del protestantismo —o, más particularmente, el puritanismo. 2) A la pregunta “¿por qué los nuevos reclutas de la ciencia concentraron sus energías en las ciencias físicas?” Merton responde que los científicos absorbieron con su puritanismo un panorama utilitarista que los alentó a dedicar su tiempo a descubrir los medios intelectuales para solucionar los apremiantes problemas técnicos y prácticos acarreados por la expansión industrial y comercial, y el manejo de la guerra.

Esta tesis ha sido severamente atacada sobre la base de argumentos históricos, pero aquí estamos preocupados por ella sólo como un intento de definir el carácter de la relación entre ciencia y sociedad. Sobre este particular, el enfoque de Merton sufre de dos grandes defectos.

En primer lugar, como ha señalado, por ejemplo, el historiador de la ciencia A. Rupert Hall, las razones de Merton para dar cuenta de la naturaleza de las conexiones entre protestantismo, ciencia y tecnología son enormemente ambiguas.¹² En la primera parte de su argumento, ¿sostiene que el puritanismo fue *necesario* para el desarrollo de la ciencia, o simplemente que lo alentó? Si es lo primero, entonces la evidencia está en contra de Merton: existen muchos contraejemplos de ciencia floreciendo bajo el catolicismo y languideciendo bajo el protestantismo como para “realizar declaraciones sobre los profundos lazos intrínsecos entre el espíritu del puritanismo y el espíritu de la ciencia [como para que esta evidencia] sea considerada confiable”.¹³ Si, por otro lado, Merton postuló meramente una “congenialidad entre el espíritu puritano y científico”,¹⁴ entonces su tesis no puede ya ser representada como aquella que da cuenta de los *orígenes* del espíritu científico, sino meramente de las condiciones externas en las cuales éste florece. En una palabra, su argumento es falso o marginal al tema principal, dependiendo de qué maneraelijamos leerlo.

La crítica de Hall sobre la explicación que realiza Merton acerca del interés científico sigue líneas similares. Hall señala que nuevamente Merton no fue claro en la conexión que él mismo postuló. Merton muestra que un número de científicos estuvo interesado en problemas técnicos y que una cantidad de hombres prácticos lo estuvo en cuestiones científicas, pero no da evidencia de una conexión necesaria entre las dos actividades. No mostró que la ciencia tomó sus problemas de la tecnología, ni la tecnología sus soluciones de la ciencia.

¹² A. Rupert Hall, “Merton Revisited: Or Science and Society in the Seventeenth Century”, *History of Science* 2, 1963, pp. 3-6.

¹³ *Ibid.*, p. 4.

¹⁴ Merton, R., *Social Theory and Social Structure*, p. 496.

Debe quedar claro, incluso en este breve sumario, que Merton y Hall están separados no sólo por diferencias de opinión sobre evidencia histórica. Hall ha detectado una profunda ambigüedad en la metodología de Merton; aunque no es un sociólogo, no trata de rastrear dicha ambigüedad hasta su fuente. De hecho, proviene de la propia naturaleza de la tarea a través de la cual Parsons, quien por supuesto fue maestro de Merton y su colega en Harvard, marcó a los sociólogos americanos en la década de 1930: a saber, aquélla de descubrir un terreno medio, entre el “positivismo” europeo y el “idealismo”, sobre el cual se pudo cimentar la sociología teórica norteamericana. Así, la crítica de Hall sobre la tesis de Merton puede replantearse de esta manera: “¿‘Puritanismo’, ‘Ciencia’ y ‘Tecnología’, están unidos entre sí por lazos causales ‘positivistas’ o por lazos ‘ideales’ de ‘afinidad electiva’?”. En la argumentación para dar cuenta de estas interrelaciones, Merton salva más bien torpemente el abismo entre estas dos posibilidades. Citemos un pasaje de *The Structure of Social Action* en el cual Parsons apunta esta dificultad:

El pensamiento positivista siempre ha dedicado sus esfuerzos al descubrimiento de relaciones causales intrínsecas en el fenómeno [que estudia]; el pensamiento idealista, al descubrimiento de las relaciones de significado, de *Sinnzusammenhang*. Esta divergencia ha conllevado una diferencia vinculada con el método —por un lado, la explicación causal teórica, por otro, la interpretación de significado, *Sinndeutung*, la cual ha sido considerada en los hechos concretos de su campo de símbolos—, y cuyos significados deben ser interpretados. El orden y el sistema de fenómenos sociales no ha sido de ningún modo un orden causal, sino un orden significativo.¹⁵

Merton debe haber estado bastante sobre aviso de la distinción entre identificar una mera “congenialidad de espíritu” entre el puritanismo y la ciencia, y establecer un lazo causal. De hecho, sostiene que las estadísticas que recolectó para demostrar la sobrerrepresentación de los protestantes entre los científicos, tanto en el siglo XVII como después, proveen evidencia de una conexión causal. Pero seguramente esto no es así: como apunta Hall, inclusive si aceptamos que los datos de Merton muestran que un desproporcionado número de científicos son protestantes, esto no nos permite concluir que los científicos protestantes se transformaron en científicos porque eran protestantes.

Sin embargo, si uno lee cuidadosamente la tesis de Merton, resulta claro que en última instancia ésta no descansa en las estadísticas para llevar el abismo entre una congenialidad de espíritu idealista entre el protestantismo y la

¹⁵ T. Parsons, *Structure of Social Action*, cit., pp. 485-486.

ciencia hacia una relación positivista causal. Merton realiza este salto con la ayuda de un prolijo, aunque debería decir ilegítimo, mecanismo –un mecanismo que de hecho se utiliza para sostener toda su teoría de la acción. En el curso de su argumentación, Merton sencillamente equipara la noción idealista de valores con la noción positivista de motivaciones o, en otros términos, transforma los valores weberianos –por ejemplo, ideales o estándares– contra los cuales el comportamiento en curso se mide y en términos de los cuales es dotado con sentido, en sentimientos paretianos –por ejemplo, fuentes (o causas) de conducta. De esta manera, Merton fue capaz de moverse cómodamente desde la proposición de que el puritanismo del siglo XVII valoró el modo científico de vida, y lo transformó en útil, a la tesis de que lo motivó o “le dio origen”.

La teoría de la acción de Merton es también la fuente de un segundo defecto detectado por Hall: la tendencia a tratar la revolución científica como una revolución en la práctica más que como una revolución en el pensamiento. Así, el puritanismo mertoniano (tratado como una fuente de *motivaciones*) es protestantismo esquilado de sus diversas doctrinas, es “la actitud común de la mente y del modo de vida”, “el núcleo sustancialmente idéntico de convicciones religiosas y éticas”, para los cuales todos los agrupamientos protestantes, anglicanos, calvinistas, presbiterianos, independientes, anabaptistas, cuáqueros y milenarios “riñen y disputan” entre ellos sobre cuestiones de doctrina y de organización eclesiástica, no obstante, suscriptas.¹⁶ De igual modo, la ciencia es para Merton un “modo de vida”, un método de indagación, una actividad desde la cual emanan ideas pero que se sostiene por un *ethos* y se basa en “sentimientos”. Entonces, distinguiendo marcadamente entre *doctrina* protestante y *ethos* puritano, y entre *ideas* científicas y la *práctica* o método que las genera, Merton acentuó la afinidad entre protestantismo y ciencia en el nivel del sentimiento y la conducta, y dejó a un lado el tema de su compatibilidad como modos de pensamiento y explicación. Aquí es donde Merton y los historiadores de la ciencia como Hall se separan. La tesis de Merton es sólo plausible si se acuerda que la revolución científica fue, en esencia, una revolución en la conducta o en las prácticas o, más específicamente, que fue el fruto de la experimentación o del “método experimental”. De esta última manera, sí podríamos tratar el problema de descubrir las “raíces culturales” de la ciencia moderna como Merton lo hace, como una explicación de la emergencia de un nuevo modo de trabajo o de una nueva disciplina social. Si partimos de este presupuesto, es bastante fácil aceptar que el puritanismo tal vez ha creado al trabajador cien-

¹⁶ R. Merton, “Science, Technology and Society”, cit., p. 416.

tífico y lo reconcilió con la disciplina del laboratorio tanto como el metodismo se supone que hubo de formar al trabajador industrial y lo reconcilió con la disciplina de la fábrica.

Pero esta visión de la ciencia es precisamente lo que los historiadores de la ciencia no pueden aceptar. Ellos sostienen que la revolución científica fue esencialmente una revolución en actitudes intelectuales más que en modos de trabajo. Fue, en una frase de Hall, “una revolución en teoría y explicación”,¹⁷ el enfoque experimental fue un resultado, no una causa, de esta mutación intelectual. El cambio tuvo lugar, en primer término, dentro de la mente de los hombres, no en sus estilos de vida. El científico de Hall es más un “pensador” que un “hacedor”; está animado por el espíritu desinteresado, crítico del docto más que por el espíritu utilitario del artesano. Tal vez el cargo más revelador que Hall emprende contra Merton es que su tesis hace a “Newton sonar como un carpintero superior, un cartógrafo o un fabricante de brújulas; lo coloca en la misma clase de excelentes y avezados practicantes como el capitán Samuel Sturmy o Joseph Moxon”.¹⁸

Del *paper* de Hall se infiere claramente su creencia de que los sociólogos están destinados, por la propia naturaleza de su empresa, a tomar la visión de Merton sobre la ciencia, lo que le impide ver el verdadero carácter de ésta como empresa intelectual. Pero me parece que la caracterización mertoniana de la ciencia nace de un particular tipo de sociología antes que de la sociología como tal. De hecho, se basa tanto en una particular teoría de la acción adoptada por Merton, cuanto en su funcionalismo: ambas tienden a considerar la cognición como periférica de la conducta social.

Tomemos de nuevo, por ejemplo, cómo en su famoso ensayo sobre el funcionalismo Merton urde una defensa de los hacedores de lluvia Hopi contra el positivismo. La significación de las ceremonias de la lluvia, sostiene, no se basa (como el positivismo creía), en el hecho de que las ideas meteorológicas sobre las cuales ellas se sostienen sean absurdas o irracionales, sino en el hecho de que las ceremonias expresan sentimientos —y unen relaciones— sociales. En esto último es que yace la “razón” para los hacedores de lluvia. Pero, ¿el compromiso Hopi con una particular teoría meteorológica tiene o no una real significación social? Por cierto que el hacedor de lluvia Hopi no actuaría como lo hace si no creyera en que su teoría es cierta. La pregunta que Merton no se hace es cómo, o en qué circunstancias sociales, y con qué consecuencias sociales, el Hopi podría cambiar su pensamiento

¹⁷ A. Rupert Hall, “The Scholar and the Craftsman in the Scientific Revolution”, en Marshall Clagett (ed.), *Critical Problems in the History of Science*, Madison, Wis., 1962, p. 21.

¹⁸ A. R. Hall, “Merton Revisited...”, cit., p. 8.

—abandonar su meteorología en favor de la nuestra o, de manera más general, abandonar una teoría mágica por otra científica.

En breve, si Merton observa magia primitiva, religión del siglo XVII o ciencia moderna, lo que ve es gente representando sentimientos arraigados y largamente inconscientes más que gente luchando por interpretar su experiencia del mundo, imponer su interpretación sobre los demás y encontrar sobre esta base de su entendimiento una manera para vivir en él. Pero la relación entre ciencia y religión, o entre ciencia y cultura en general, no puede reducirse a una pregunta sobre su compatibilidad “afectiva”: se encuentran a veces como visiones del mundo competitivas, otras como complementarias. Los científicos del siglo XVII no sólo tenían que ganar aprobación por su manera de vida, sino también reconocimiento a su pretensión de presentar una manera autorizada de dar cuenta del mundo. Merton se autocondena a explicar cómo las reglas procedimentales del método científico se transformaron en *moralmente* obligatorias, sin considerar la cuestión de cómo y con qué consecuencias tal visión del mundo se transformó en *intelectualmente* obligatoria.

De hecho, la visión positivista de la ciencia a la cual Merton adhiere lleva a suponer que toda la cuestión de la autoridad científica se soluciona virtualmente por sí misma. Así, el positivismo es básicamente un intento por mostrar que la ciencia es una máquina infalible para producir soluciones, y, de este modo, para poder elaborar consenso intelectual y, más allá de esto, acuerdo social y orden. Sostiene que todas las preguntas, es decir, todas las preguntas útiles, pueden resolverse a través de los métodos de la ciencia. Si en la práctica los científicos adelantan más de una respuesta a una pregunta, entonces la elección entre ellas es un tema totalmente racional dado que los méritos relativos de las soluciones rivales pueden razonarse *vis a vis* estándares de juicio fijos e impersonales. Desde este punto de vista, la autoridad científica es simplemente la autoridad de la verdad sobre el error. La elección científica es una elección entre teorías en términos de su contenido de verdad posible de averiguarse. Los consensos en la ciencia se forman automáticamente mientras los científicos se alían a teorías que son *demostrablemente* “más verdaderas” que sus rivales. Esto no le deja nada para explicar al sociólogo. Podríamos tener que invocar las presiones sociales para explicar por qué algunos hombres son persuadidos por el error más que por la verdad, pero la verdad no necesita otro abogado más que la razón. Ahora, Merton duda en avanzar tan lejos. Su posición sociológica, que enfatiza antecedentes no cognitivos y consecuencias de la acción —por ejemplo, sentimientos inconscientes y funciones latentes (impensadas) — solicita que él base la ciencia, en última instancia, en compromisos no racionales. De todos modos, aunque como sociólogo Merton sostiene que la actividad científica está *formada* por

sentimientos y normas no lógicas, como epistemólogo argumenta que tal actividad *está conforme a* una lógica racionalista de procedimiento. Esta feliz coincidencia de imperativos sociales y técnicos fue el legado a la cultura occidental de un inconsciente puritanismo. Éstas son las formas por las cuales Merton une las dos caras de la ciencia –como actividad social regida por fuerzas no lógicas y como actividad intelectual regida por procedimientos racionales. En suma, Merton nos ofrece una sociología que trata con los compromisos *normativos* de los científicos declaradamente fijos, pero que pone escasa atención en la significación social de sus compromisos *cognitivos* notoriamente cambiantes. La suya es una sociología que estudia los orígenes y las condiciones para la perpetuación del consenso normativo antes que la formación, el derrumbe y la reforma del consenso cognitivo.

Vale la pena remarcar entre paréntesis que en el contexto de la década de 1930, durante la cual Merton alcanza esta posición, su noción de ciencia como una tradición normativa tuvo una significación mayor. En ese entonces se acentuó la vulnerabilidad de la ciencia frente a ataques externos. Si adoptamos una visión puramente positivista de la base social de la ciencia, la supresión o distorsión de ideas científicas, en la Alemania nazi o en la Unión Soviética, y tal vez también el abandono de la investigación científica en las democracias capitalistas, parecería ciertamente regresivo, si no desastroso; una vez que la hostilidad o la indiferencia hacia la ciencia se supera, podemos volver sobre nuestros pasos y recoger de nuevo el hilo intelectual del avance científico. Pero si tomamos la visión de Merton, debemos admitir que si la continuidad de la *tradición* científica se rompe, y permitimos a su espíritu debilitarse, no tenemos manera de revivirlo. El *ethos* de la ciencia no puede ser conjurado a voluntad, fue una “consecuencia social imprevista”, el fruto inesperado de la suerte y una mutación única en valores sociales. Merton advierte: si se cortan las raíces culturales de la ciencia, se la marchitará para siempre. De esta manera, el famoso ensayo codificando el *ethos* científico, escrito junto con la tesis Puritanismo-Ciencia, sirvió para recordarle a la sociedad qué debe estar preparada a conceder, y a los científicos qué deben estar preparados a defender si se quiere hacer florecer la ciencia.¹⁹

De todos modos, aunque el análisis de Merton ilumina la crisis en el estatus social de la ciencia en la década de 1930, la concentración sobre el *ethos* científico abandona una dimensión crucial de la posición social de los científicos. La autoridad –intelectual o social– de los científicos descansa sobre el reclamo de poseer *conocimiento* y de tener la capacidad para sumarle a éste

¹⁹ Estos ensayos fueron reimpresos como capítulos XV-XVII de *Social Theory and Social Structure* (ed. revisada).

aun más conocimiento, no meramente sobre su adhesión a ciertos valores. Para el sociólogo no es suficiente preocuparse, como Merton hizo en “Science, Technology and Society”, por las “raíces culturales de la moderna proclamación y patrocinio de la ciencia”: debe descubrir las fuentes de la autoridad científica y examinar los modos de su ejercicio. Éste es el problema fundamental: la ciencia es proclamada y patrocinada en la medida en que sean reconocidas su autoridad intelectual y su capacidad para dar respuestas definitivas a cuestiones culturalmente significativas. La falencia en dar debida prioridad al problema de la autoridad cognitiva, esgrimida por los científicos, ha viciado mucho a la sociología de la ciencia en las últimas tres décadas [1940-1970]. Esto es verdad tanto para los estudios “externalistas” de las relaciones sociales de la ciencia como para los “internalistas”, sobre su organización. Por ejemplo, los numerosos estudios sobre científicos en la industria se han ocupado abrumadoramente de los problemas que emergen de la tensión entre los valores científicos y las metas impuestas por las organizaciones empresariales para las que aquéllos trabajan. Poca atención se le ha dado a la posición de los científicos en la estructura de poder de las organizaciones mientras que aquélla es afectada por los reclamos de esta estructura de ser capaz de resolver, sobre la base de su conocimiento y su experiencia, algunos de los problemas que enfrentan sus empleadores. Pero igualmente importante es el tema del ejercicio de la autoridad “internamente”, como una dimensión de la estructura de la ciencia como un sistema social. Es por eso que T. S. Kuhn –consecuente con su rechazo de la noción positivista de la ciencia que está en la base del descuido de Merton respecto de la autoridad científica– reabre esta cuestión, y su trabajo adquiere tanta importancia para la sociología de la ciencia.

Para destacar la significatividad del trabajo de Kuhn, comenzaremos contrastando la manera en que él y Merton encaran el estudio de la prioridad de disputas; el ahora famoso *paper* de Merton sobre este tema fijó para una generación entera de sociólogos las líneas maestras para el análisis “normativo” de la organización interna de la ciencia.

3. LA SOCIOLOGÍA DE LA CIENCIA “ECONÓMICA” DE MERTON: LA CIENCIA COMO UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN

El argumento central del *paper*²⁰ de Merton puede resumirse brevemente en los siguientes términos: la historia de la ciencia está marcada por innu-

²⁰ R. K. Merton, “Priorities in Scientific Discovery; A Chapter in the Sociology of Science”, *American Sociological Review* 22, 1957, pp. 635-659.

merables disputas entre científicos por la obtención del derecho de prioridad de un descubrimiento. ¿Por qué estas disputas son tan frecuentes y tan a menudo conflictivas? Éstas no pueden explicarse como si simplemente evidenciaran el ego sobre-desarrollado de los hombres atraídos por la ciencia porque, en realidad, a menudo estas disputas involucran a hombres que son a la vez modestos y no ambiciosos. Además, en general los descubridores rivales no llevan adelante las disputas por sí mismos, sino que las llevan los amigos o seguidores que personalmente tienen poco o nada para ganar reclamando el derecho de prioridad de sus candidatos. De este modo, la respuesta debe buscarse en un lugar distinto al de la personalidad de los científicos, a saber, en el carácter institucional de la ciencia (un clásico razonamiento durkheimiano). Así, el orden institucional de la ciencia distingue la originalidad como un valor supremo y otorga recompensas, siendo que el conocimiento avanza a través de la acumulación de contribuciones originales. De modo que los científicos que buscan la prioridad del descubrimiento no ponen en juego sus egos sobre-desarrollados sino que más bien responden a presiones normativas y representan sus roles sociales. Si un científico duda en afirmar su propia prioridad, sus amigos intervendrán afirmando los valores que rigen sus vidas colectivas. El reconocimiento que la comunidad científica otorga al reclamo de un descubridor da cuenta de que él encontró el mejor modo de poner a prueba su vocación y que por ello obtendrá recompensas. Resumiendo, en la ciencia las disputas por la prioridad no se generan por disposiciones personales sino debido a presiones sociales; a menudo la disputa provee evidencia de la fuerza de estas presiones, por ejemplo, de las normas sociales de la ciencia y de los valores que las mismas inculcan, y no en cambio del ego de los científicos.

Se observa aquí que Merton vuelve a buscar la explicación en la naturaleza social de la ciencia y no en el carácter de la ciencia como una empresa intelectual. Sin embargo, su argumento aún nos conduce a aceptar una visión positivista de la ciencia. Porque desde esta visión, los descubrimientos científicos, por la simple naturaleza de la ciencia, se encuentran destinados a ser casi invariablemente “múltiples” y, por ello, ocasión para la disputa. Si la ciencia es una actividad colectiva que avanza linealmente a través de la acumulación de “descubrimientos”, entonces –dado que los científicos, en términos generales, tienen los mismos recursos intelectuales y técnicos a su disposición– cualquiera de ellos estará destinado a alcanzar el punto en el cual un descubrimiento se vuelve inevitable casi al mismo tiempo. Así, la estructura intelectual de la ciencia, en la medida en que asegura la simultaneidad de descubrimiento, proporciona ilimitadas ocasiones para disputas sobre prioridad –aunque sólo *ocasiones*. La estructura *social* de la ciencia asegura

que los científicos vuelvan reales estas ocasiones para la disputa. Aquí, como en su tesis de la ciencia protestante, el argumento de Merton depende de la disociación de las dimensiones sociales e intelectuales que resulta natural para la posición positivista.

Consideraremos ahora el modo en que Kuhn se aproxima al mismo problema en su trabajo *Historical Structure of Scientific Discovery*.²¹ Su análisis acerca de la estructura del crecimiento científico se basa en la creencia de que esta visión positivista de la acumulación incremental de los descubrimientos está, fundamentalmente, mal concebida. Ésta sirve a las necesidades de la comunidad científica antes que a las necesidades de los historiadores de la ciencia. La historia positivista de la ciencia proporciona un estatuto para los acuerdos sociales de la comunidad de científicos, la cual no brinda una imagen del pasado real. Kuhn, en efecto, invierte virtualmente el argumento de Merton: sostiene que el mismo es exacto porque, como Merton ha demostrado, la comunidad científica otorga tanto prestigio a un científico que realiza un descubrimiento significativo, que los científicos representan los descubrimientos como el tipo de eventos que pueden atribuirse a un individuo particular, en un tiempo y espacio particular, y conciben la historia de la ciencia como un hilo a lo largo del cual tales descubrimientos están encordados como perlas en un collar. En una palabra, la visión positivista de la ciencia es el producto de las presiones sociales; es una ideología para una comunidad con alto estatus de conciencia, y no una descripción verdadera de su carácter intelectual.

Conozco bastante acabadamente la propia tesis de Kuhn sobre la estructura del crecimiento científico como para necesitar dar cuenta de ésta aquí. Todo lo que debemos preguntar es cómo ésta se relaciona con el análisis de Merton sobre las disputas sobre prioridad, y con la sociología que ha surgido de ese análisis.

Kuhn reconoce que un cierto número de descubrimientos se ajustan al esquema positivista. Éstos son típicos de lo que él denomina ciencia normal—la investigación científica dirigida a completarse en una visión de la naturaleza establecida. Bajo estas condiciones los descubrimientos son eventos claramente circunscriptos. Pueden ser anticipados a la luz de conocimientos existentes—es el caso del descubrimiento de un elemento que encaja en un espacio de la tabla periódica—de modo que los científicos saben más o menos por adelantado aquello que están buscando, y consecuentemente se encuentran capaces de decir con precisión cuándo fue encontrado y por quién. Este tipo de ciencia se ajusta al modelo de Merton. Y ciertamente éste puede

²¹ T. S. Kuhn, *Historical Structure of Scientific Discovery*, 1962.

ocasionar disputas por la prioridad, aunque es poco probable que éstas se prolonguen. Por lo tanto, si está en la naturaleza de tales descubrimientos la posibilidad de decir quiénes los hicieron, dónde y cuándo, las disputas sobre prioridad pueden fijarse finalmente por referencia al documento histórico.

Pero Kuhn distingue una segunda clase de descubrimientos, típica de lo que él denomina fases “revolucionarias” en el desarrollo científico, que no pueden localizarse en tiempo y espacio con tal exactitud. Éstas son proclives a ocasionar disputas encarnizadas y prolongadas de modo que las reivindicaciones rivales no pueden adjudicarse fácilmente. Descubrimientos de este tipo –Kuhn da como ejemplos el caso del oxígeno, las corrientes eléctricas, los rayos X– no fueron, y no podrían haber sido, anticipados desde teorías establecidas. Más bien surgieron como anomalías cuyo significado sólo emergió lentamente, y fueron completamente asimilados sólo después de que en la teoría se realizaran modificaciones más o menos radicales. ¿Cuándo se realiza tal descubrimiento? ¿Cuándo se capta el fenómeno no anticipado, o cuándo se realiza su significado completo? Kuhn reconoce que el intento por determinar el momento de este tipo de descubrimiento o de atribuirlo a un individuo debe ser en último término arbitrario “sólo porque el descubrimiento de un nuevo tipo de fenómeno es necesariamente un proceso complejo que involucra el reconocimiento tanto de que algo *es* como *qué es*”.²²

Seguramente éstos son los descubrimientos que tenderán a ocasionar disputas por la prioridad. Además, no son meramente, como Merton lo hubiera considerado, ocasiones para el conflicto, sino que más bien son éstas las que inevitablemente lo generan. Fiel a su positivismo, Merton no da lugar a pensar que las disputas puedan surgir en torno de la interrogación intelectual sobre qué se ha descubierto cuando se realiza un descubrimiento; para él todos los descubrimientos son los del primer tipo de Kuhn.

Para Merton, la cuestión clave es la dimensión social e histórica: ¿quién y cuándo lo descubrió? Lo que está en juego es una cuestión social: los derechos de propiedad del científico individual sobre los descubrimientos y el prestigio que éste acumula como un “poseedor de propiedad”. Las disputas por la prioridad son hechos sociales que requieren explicación en términos de otros hechos sociales. Sin embargo, la posición de Kuhn supone que al menos para ciertos descubrimientos el debate intelectual sobre qué se descubrió y la disputa social sobre quién lo hizo se encuentran fuertemente entrelazados. Una cuestión no puede ser resuelta sin la otra: otorgar la prioridad a un descubridor supone reconocer la autoridad de su interpretación del descubrimiento o, en términos de Kuhn, considerar su trabajo como paradigmático.

²² T. S. Kuhn, *Historical Structure...*, citado.

Cuando admite su deuda con Merton, Kuhn también acepta la idea de que el reconocimiento de la prioridad es el reconocimiento de un derecho de propiedad. Ésta ciertamente constituye una analogía sugerente. Sin embargo, tanto Merton como Kuhn siguen la escuela dominante de la sociología americana cuando consideran la propiedad como un emblema de estatus antes que como un recurso de poder. Desde ambas visiones el descubrimiento confiere prestigio. Pero podría sostenerse que el análisis de Kuhn acerca de la estructura intelectual del descubrimiento exige un punto de partida más radical con respecto a la posición de Merton de lo que tal vez él vislumbra. En el caso de los descubrimientos que no sólo hacen de obstáculos en alguna parte de una disciplina límite, sino que abren paso a nuevos campos, está en juego algo más que el prestigio. En el caso de la apertura a nuevos campos, el reconocimiento de prioridad es reconocimiento de autoridad intelectual –el derecho del descubridor o de su discípulo para establecer estrategias de investigación para el nuevo campo de indagación. Para utilizar el propio ejemplo de Merton de lo que él describe como la segunda categoría de eponimia²³ –la extensa lista de científicos que son reconocidos por haber engendrado una nueva ciencia o rama de la ciencia–: otorgar a alguien el título de “padre de ésta o aquella ciencia” o subciencia no implica simplemente reconocer que él se ha ganado nuestra estima por haber jugado un rol crucial en su nacimiento, sino que él (y tal vez más frecuentemente sus herederos intelectuales) se ha ganado el derecho para ser escuchado en cuestiones concernientes al desarrollo futuro de aquélla. Lo que está en juego no es simplemente el prestigio de un “padre” sino su autoridad y los compromisos intelectuales de sus herederos. Para citar un caso familiar: si reconocemos que Comte fue el “padre de la sociología” adherimos a la idea de que la sociología es más o menos aquello que Comte estaba realizando.

El gran acuerdo de la sociología de la ciencia de las últimas décadas fue conducido bajo la mirada paternal de Merton. Sin embargo, creo que su trabajo, tanto en su fase “externalista” como en la “internalista”, se encuentra viciado por su visión un tanto positivista de la ciencia. Ello, según hemos visto, concuerda fácilmente con su sociología funcionalista, aunque significa que él se ha aproximado al estudio de la ciencia como “un tipo particular de comportamiento”, para utilizar otra vez la frase de Storer, con una visión estrecha con respecto a su carácter en tanto empresa intelectual. Creo que ésta es la parte de la acusación de A. R. Hall contra la sociología de la ciencia que aquél introduce. Sin embargo, los argumentos de Kuhn parecerían sugerir

²³ R. Merton, “Priorities...”, cit., p. 643.

que la conclusión de Hall –sería más fructífero si la sociología abandonara la pretensión de comprender el costado intelectual de la ciencia y en cambio se concentrara en el estudio de la fuerza pública de la ciencia y en la reacción pública hacia los científicos–²⁴ constituye un mal consejo. El breve análisis de Kuhn sobre las disputas por la prioridad sugiere con mucha fuerza que su significado, en tanto indicio de fuerzas sociales, sale a la luz una vez que su estructura cognitiva ha sido explorada cuidadosamente. Si éste es el caso, puede esperarse que el análisis de Kuhn sobre la estructura del cambio científico apuntará hacia líneas de indagación que hasta el momento han sido oscurecidas por la adopción por parte de los sociólogos de una posición que disocia radicalmente conocimiento científico de la actividad social que le da surgimiento, y, de ese modo, pasa por alto la cuestión del significado social (tanto en el interior de la ciencia como fuera de ella) del reclamo de autoridad intelectual por parte de los científicos.

En lo que resta de este trabajo intentaré indicar de qué modo el trabajo de Kuhn ilumina esta cuestión y proporciona un lenguaje a través del cual discutirla.

4. LA SOCIOLOGÍA DE LA CIENCIA “POLÍTICA” DE T. S. KUHN: LA CIENCIA COMO UN SISTEMA DE AUTORIDAD “TRADICIONAL”

Los dos elementos clave de la tesis de Kuhn –su ataque a la visión positivista del cambio científico y su idea de “paradigma”– involucran importantes novedades respecto de la sociología de la ciencia de Merton.

Tradicición y ciencia son considerados por el positivismo como enemigos naturales. Las creencias y las prácticas tradicionales ejercitan un poder mágico sobre los hombres que los protege de la evaluación crítica del sentido común. La ciencia desmitifica la tradición; la ciencia atraviesa las defensas encantadas de la tradición y expone sus absurdos cognitivos y técnicos. Merton derriba la antítesis tradición/ciencia. Por un lado, subraya la “sensatez” de las creencias y de las prácticas tradicionales mirando más allá de su fracaso cognitivo y técnico hacia su triunfo “expresivo” y “funcional”, a saber, su triunfo en dar expresión a profundos sentimientos no-lógicos y en contribuir al mantenimiento del orden social. Por el otro lado, al aceptar la racionalidad de la ciencia como un sistema que produce conocimiento en conformidad con un procedimiento lógico establecido, Merton rompe con el positivismo afirmando que la ciencia en tanto sistema social se rige por una tradición normativa no-lógica.

²⁴ A. R. Hall, “Merton Revisited...”, cit., pp. 13-14.

Kuhn asume una posición más radical. Cuestiona aquello que Merton, no menos que los positivistas, simplemente toma como dado: el hecho de que el desarrollo cognitivo de la ciencia es un proceso racional regido por reglas de procedimiento que no cambian con el paso del tiempo. En realidad, niega que tales estándares existan y, en cambio, sostiene que la práctica de la ciencia no se encuentra controlada por reglas universales sino por tradiciones de pensamiento “locales”, que definen para un grupo particular de practicantes precisamente cuáles problemas, métodos, teorías deben considerarse científicos, y dónde deben trazarse los límites de su autoridad científica. Mientras Merton dirige la atención de los sociólogos hacia el tema de la tradición normativa que rige el comportamiento científico, Kuhn se ocupa del proceso socio-psicológico a través del cual específicas tradiciones de pensamiento científico y de práctica científica autorizadas se establecen, perpetúan, elaboran, y con el tiempo se socavan y desplazan. Para esta tarea resulta central su noción de paradigma –una tradición que define parte del trabajo científico con el cual una comunidad de científicos se encuentra comprometida. ¿Cuál es la naturaleza de la autoridad ejercida por o a través de tales paradigmas? ¿Cómo se ejerce? ¿Y cómo llega a ser derrocada? Éstas son las preguntas que vinculan el análisis de Kuhn sobre la estructura del crecimiento científico con el pensamiento sociológico; nótese que el contacto se realiza a través del análisis sociológico de áreas de vida en el cual la tradición todavía se acepta como una fuerza positiva, a saber, política, legal y religiosa, antes que el campo “liberado” o “racionalizado” de la economía.

Cualquier consideración acerca de la importancia sociológica del trabajo de Kuhn debe centrarse entonces alrededor de su crítica de la visión racionalista de la ciencia y de su idea de paradigma como un depósito de autoridad científica. Kuhn ha sido fuertemente atacado en ambos frentes –principalmente por los filósofos de la ciencia.²⁵ Pero en este trabajo sólo nos interesa la importancia sociológica de la posición que él ha adoptado, y las críticas que han recaído sobre ésta.

A) LA RACIONALIDAD DE LA CIENCIA

Primero pondremos bajo consideración las implicaciones sociológicas de la controversia que rodea sus visiones vinculadas con la cuestión de los límites de la racionalidad científica. La esencia de la posición de Kuhn puede resu-

²⁵ Véase, especialmente, Imre Lakatos, “Criticism and the Methodology of Scientific Research Programmes”, *Proceedings of the Aristotelian Society*, 69, 1968-1969, pp. 149-186; y Dudley Shapere, el estudio “The Structure of Scientific Revolutions”, en *Philosophical Review* 73, 1964, pp. 383-394.

mirse en pocas palabras: el conocimiento científico no se adquiere simplemente escapando del hechizo de la tradición y mirando el mundo “objetiva” o “racionalmente”. Se consigue en cambio a partir de mirar el mundo desde un punto de vista particular, o a partir de una sucesión de puntos de vista –cada uno constituyendo una tradición de pensamiento autoautenticadora. Por lo tanto, las reglas para hacer ciencia o los estándares de los juicios científicos no son absolutos, antes bien son relativos a un punto de vista teórico particular. Esto significa que cuando los científicos se enfrentan a una elección entre articulaciones alternativas de la misma perspectiva fundamental, tienen estándares comunes con los cuales guiarse; pero si se encuentran forzados a elegir visiones del mundo alternativas inconmensurables, no hay criterios a los cuales puedan apelar. De este modo, las elecciones científicas son sólo racionales en el contexto de un único punto de vista cuya autoridad no se halle cuestionada; la elección entre puntos de vista alternativos, aunque constreñida por la lógica y la observación, necesariamente involucra “un elemento de arbitrariedad”;²⁶ en última instancia, consiste en una acción social no racional, un acto de fe que Kuhn vincula con la conversión religiosa.

Aunque Kuhn insiste en que las elecciones entre visiones del mundo alternativas en última instancia no son racionales, persiste en mostrar que no obstante éstas son *progresivas*. Habiéndose apartado de la idea de que el carácter progresivo de la ciencia tiene raíz en su carácter lógico o en su metodología, Kuhn intenta demostrar que aquél se halla garantizado o al menos virtualmente garantizado por su carácter social –por la naturaleza de la ciencia en tanto sistema social. El constreñimiento último sobre la elección de los científicos es de tipo social antes que lógico: el juicio profesional del grupo científico es el árbitro final. Si una comunidad científica puede ser persuadida de la necesidad de comprometerse con un punto de vista fundamental, o con una tradición de práctica, una a favor de otra, entonces resulta en sí mismo suficiente proporcionar una “garantía virtual” sobre el hecho de que el cambio será progresivo: ¿qué mejor criterio que la decisión del grupo científico para ello?²⁷

Esta tentativa por fundar el carácter progresivo de la ciencia en la psicología colectiva de la comunidad científica ha sido objeto de severas críticas por parte de filósofos de la ciencia como Shapere y Lakatos. Mientras el positivismo considera la elección científica, el compromiso y el consenso como funciones de verdad, Kuhn aparece queriendo invertir la ecuación y tomar el

²⁶ T. S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, cit., p. 4.

²⁷ *Ibid.*, p. 169.

consenso de la opinión científica como una medida del mérito científico, lo que parece reemplazar la epistemología por la sociología –y de ahí la comprensible hostilidad de los filósofos. Pero a mi entender ése es un asunto que los sociólogos pueden dejar a un lado.

El compromiso y el mérito científicos son distinguibles. El compromiso es un estado o actitud mental que puede atribuirse a un individuo particular o a un grupo en un momento específico; constituye un hecho socio-psicológico. Por otro lado, el mérito científico es un atributo –juzgado por estándares absolutos o relativos, reconocido por un grupo particular o no– de proposiciones. El positivismo es una teoría de la ciencia que al equiparar el mérito reconocido con la verdad en términos de una verdad con estándares no-sociales presenta una sociología del compromiso científico superflua. En cambio, Kuhn se propone abandonar la idea de verdad como un absoluto, para anclar en la convicción de la comunidad científica el juicio acerca de los méritos relativos sobre las teorías científicas y por ello el carácter progresivo de los cambios conceptuales, para entonces usar una sociología del compromiso científico como base para una teoría del conocimiento. Sin embargo, sostendré que es posible aprender de la sociología de Kuhn sin utilizarla para hallar respuestas a problemas epistemológicos. Sólo si se tiene en cuenta que se reconoce que los compromisos de los científicos para con las teorías, en términos de un hecho histórico, no se encuentran en primera instancia (estén o no en última instancia) dictados por estándares no-sociales de juicio explícitos, entonces hay lugar para una descripción sociológica de los procesos por los cuales se crean y recrean modelos cambiantes de consenso.

En realidad, argumentaré que la fuerza del análisis sociológico de Kuhn sobre el cambio científico se debilita cuando él se apropia de éste para salvar su tesis acerca de las dificultades epistemológicas que surgen de su negativa respecto de la reivindicación de que las elecciones científicas son dictadas por estándares impersonales. En otras palabras, cuando dirige su análisis para encontrar una explicación social para el conjunto del carácter progresivo de la ciencia antes que hacia la tarea de iluminar el proceso a través del cual instancias históricas reales de cambio conceptual marcan a un grupo científico. Permítaseme entonces intentar mostrar los modos por los cuales la sociología de Kuhn se presenta desviada de su curso, debido al modo en que él mismo desarrolla esta cuestión del carácter progresivo de la ciencia.

B) PARADIGMAS

La concepción de Kuhn acerca de los constreñimientos bajo los cuales trabaja un científico –los constreñimientos que hacen a su trabajo “científico” y garantizan su carácter progresivo– puede iluminarse con la ayuda de una dis-

tinción que se lleva adelante en la jurisprudencia sociológica, a saber, la distinción entre leyes declaradas y la “ley viva”, esto es, entre reglas formuladas y preceptos dispuestos conjuntamente en códigos legales, y la ley como se vive realmente en sociedad y es puesta en funcionamiento en las cortes.²⁸ Merton se preocupa por identificar las presiones sociales que sancionan las reglas metodológicas no-sociales de la investigación científica, y de este modo las dotan del poder para modelar una forma de vida. Kuhn, en cambio, se concentra en la “ley viviente” encarnada en las prácticas cotidianas de grupos de científicos reales. Así, el crecimiento de la ciencia finalmente proviene de su carácter de “ley en proceso” antes que del funcionamiento de cánones metodológicos del tipo que enuncian los positivistas, y Merton “socializa”.

Además, no sería demasiado extravagante ir todavía más allá del paralelo entre el desarrollo que realiza Kuhn sobre el progreso científico y el análisis del desarrollo legal emprendido por los teóricos legales, influidos sociológicamente, como los realistas americanos. Característicamente, los realistas legales –inspirados por el distinguido juez Oliver Wendell Holmes y enormemente influidos por el pragmatismo de William James y John Dewey– colocaron el centro del desarrollo legal en la *práctica* de la ley en las cortes, antes que en la codificación estatal o en su racionalización por parte de estudiantes. Ellos sostienen que el crecimiento de la “ley viviente” sólo puede rastrearse estudiando las decisiones cotidianas de las cortes antes que leyendo los estatutos o los textos autorizados. Más adelante, ellos argumentan que estas decisiones podrían entenderse si no se las toma como el resultado necesario de la extensión lógica de los principios legales establecidos, sino como reflejos del juicio profesional de la comunidad legal. En síntesis, los realistas legales se encontraban más interesados en la vida de la ley que en su lógica, y por ello intentaron iluminar su crecimiento a través del estudio de la sociología de la profesión legal y no a través de la exhibición de la estructura del razonamiento legal. El trabajo de Kuhn parece reflejar el mismo espíritu “pragmático”. Mientras Merton intenta explicar la conformidad de la práctica con la lógica, Kuhn se interesa por otorgar prioridad a la práctica sobre la lógica –modos concretos de hacer ciencia sobre códigos de procedimiento abstractos. Como consecuencia, proporciona una descripción del desarrollo científico que otorga a los científicos una mayor medida de libre juego en la decisión del mérito de las teorías científicas de lo que el positivismo permite, y que, además, acentúa el constreñimiento social antes que el de tipo lógico sobre su juicio. En realidad, el científico de Kuhn empieza a pa-

²⁸ Véase W. Friedmann, *Legal Theory* (4a ed.), Londres, 1960, cap. 23, en el cual descansa mi consideración.

recerse mucho más al juez de los realistas: un hombre involucrado en la interpretación, la elaboración, la modificación, y en ocasiones lanzado más allá de una tradición profesional de la práctica, antes que un autómata cuyas actividades son finalmente controladas por una lógica inexorablemente establecida.

El análisis de la formación, transmisión, articulación y eventual ruptura de tradiciones de investigación constituye seguramente una tarea que los sociólogos deberían poder asumir. Sin embargo, no puede llevar adelante el esquema conceptual desarrollado por Merton: parecería que postular que los científicos tienen un compromiso con valores altamente abstractos y generalizados explicaría que se avocan al “método científico”, aunque puede decirnos poco acerca de la emergencia y la declinación de las tradiciones concretas que rigen la práctica científica cotidiana. Y todavía, paradójicamente, aunque Kuhn se propone realizarlo con la ayuda de su concepto de paradigma, se va acercando paulatinamente a una posición muy parecida a la de Merton.

Por ello el argumento en *The Structure of Scientific Revolutions* descansa en el presupuesto de que una comunidad científica se distingue por el compromiso de sus miembros con una manera de hacer ciencia en particular, brindando “ejemplos aceptados de práctica científica real” o paradigmas. Sin embargo, su trabajo más reciente sobre este tema concluye afirmando que el progreso científico se explica por el compromiso de los científicos con ciertos “valores supremos” que tienen plena prioridad con respecto a los paradigmas —en el texto,²⁹ en realidad, estos últimos sólo se consideran ligeramente. ¿Por qué Kuhn ha cambiado el lugar del compromiso científico desde paradigmas concretos (transitorios) hacia valores abstractos estables? Para responder esta pregunta debemos revisar el uso que Kuhn hace de la noción de paradigma en su intento por demostrar que el hecho de negar la racionalidad de la ciencia no supone necesariamente negar su carácter progresivo.

Kuhn sostiene que una tradición de investigación (la “ley viva” de una comunidad científica) brota de lo que él denomina paradigmas. Pero sus críticos han señalado que la noción de paradigma es sumamente ambigua.³⁰ En ciertos momentos Kuhn parece utilizar el término para referirse a lo que Toulmin ha denominado “ideales del orden natural” o “teorías-maestras”

²⁹ T. S. Kuhn, “Logic of Discovery or Psychology of Research”, en Imre Lakatos y Alan Musgrave (eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge, 1970.

³⁰ Véase especialmente D. Shapere, estudio sobre *Structure of Scientific Revolutions in Philosophical Review* 73, especialmente p. 385, y Stephen Toulmin, “Conceptual Revolutions in Science”, en R. S. Cohen y M. W. Wartofsky (eds.), *Boston Studies in the Philosophy of Science*, Dordrecht, 1967, III, pp. 337-341.

—por ejemplo, “las ideas racionales o concepciones del orden regular de la Naturaleza” en las cuales los científicos deben encuadrar el fenómeno bajo estudio a los efectos de volverlo inteligible.³¹ Pero en otro momento Kuhn establece enfáticamente que el término “paradigma” no denota una visión del mundo sino un ejemplo específico de la práctica científica real que sirve de modelo para una comunidad de investigadores y que define implícitamente los problemas y los métodos legítimos de un campo de investigación para las sucesivas generaciones de practicantes. En realidad, apenas distingue con fuerza entre el ejemplar, la definición de tradición, los logros científicos de este tipo y los distintos conceptos, leyes, teorías y puntos de vista que pueden abstraerse de ellos.³²

La insistencia de Kuhn en esta distinción concuerda con el rechazo del racionalismo científico; mientras los “racionalistas” sostienen que los científicos juzgan el valor de un trabajo científico en contra de estándares de mérito general y completamente articulados, Kuhn afirma que la calidad definitiva de un estudio paradigmático impacta por sí misma directamente sobre los científicos, no mediada por reglas y estándares explícitos. Los depósitos últimos de la autoridad científica no son las teorías ni las reglas metodológicas sino los paradigmas; son los estatutos (no codificados) de las comunidades científicas, el punto central de la complejidad de los compromisos teóricos, metodológicos e instrumentales que dan coherencia a un campo científico. La confiabilidad por las tradiciones que brotan de los paradigmas constituye el sello de la “ciencia” genuina. Romper la confianza con la tradición establecida supone correr el riesgo de ser etiquetado como un excéntrico, un charlatán, o de ser convertido en alguien que se coloca “fuera de la ley”.

Un sociólogo que lee el ataque de Kuhn hacia el racionalismo científico puede fracasar duramente en ser catalogado por cuán cercanamente se asemeja al famoso ataque de Oakeshott en contra del racionalismo político; la ciencia de Kuhn, como la política de Oakeshott, está sujeta a la autoridad de tradiciones concretas antes que a aquéllas de razón³³ abstracta. Ambas son vistas como actividades prácticas que, para usar la distinción de Oakeshott, involucran no sólo conocimiento técnico (o la técnica), que “es susceptible de formulación en términos de reglas, principios, directivas, y máximas” y que por ello puede aprenderse de un libro y luego “aplicarse”, sino también como conocimiento práctico que no puede reducirse a reglas, ni escribirse y que por

³¹ S. Toulmin, *Foresight and Understanding*, Londres, 1961, caps. 3 y 4.

³² T. S. Kuhn, *Structure of Scientific Revolutions*, cit., p. 11.

³³ Michael Oakeshott, “Rationalism in Politics” (1947), reimpresso en *Rationalism in Politics*, Londres, 1962, pp. 1-36.

ello “tampoco puede enseñarse ni aprenderse, sino sólo transmitirse”.³⁴ Según la expresión de Oakeshott, el conocimiento de este último tipo, en la ciencia o en la política, se constituye en “una costumbre o modo tradicional de hacer cosas (...) existe sólo en la práctica, y el único modo de adquirirlo es a través del aprendizaje con un maestro –no porque éste pueda enseñarlo (de hecho no puede), sino porque puede ser adquirido sólo mediante el contacto continuo con alguien que lo esté practicando constantemente–”.³⁵ Seguramente ésta es la esencia de la noción de paradigma de Kuhn: que la ciencia se rige por la tradición antes que por la razón; que se aprende directamente de modelos y no a través del dominio de teorías y reglas técnicas; que el progreso de la ciencia no depende de la apertura mental de los científicos, de la independencia, el escepticismo, y del rechazo de la autoridad, sino que descansa en la sumisión a la autoridad investida en estos modelos; que, en síntesis, el carácter progresivo de la ciencia proviene de su *coherencia*, coherencia que no deriva del hecho de que los científicos persigan una finalidad única (la verdad) a través de medios elegidos en concordancia con estándares comunes (el método científico), sino del hecho de que la práctica de los científicos proviene de lo que Oakeshott denomina un “idioma de actividad” común. De esto se sigue que la práctica y el desarrollo de la ciencia no deben entenderse tratando de demostrar su conformidad con el esquema medios/fines de las teorías de la acción positivistas, sino comprendiendo el “idioma” (o idiomas) en el cual se practica. No sería difícil continuar trazando paralelos entre Oakeshott y Kuhn, aunque sería más iluminador para nuestro propósito actual centrarnos en dos contrastes relevantes. Primero, Kuhn no parece compartir la reverencia de Oakeshott por la tradición. Oakeshott no sólo busca desalentar las pretensiones de los racionalistas –meros *parvenus* políticos– sino restablecer el carácter sagrado de la tradición, para reinvestirla con misterio. Lo que dijo el radical Major Cartwright acerca de la visión de la constitución de Burke vale también para los escritos sobre tradición de Oakeshott –que él nunca podría hablar de ello “sino a través de alusiones figuradas, metafóricas, o misteriosas”. El lenguaje de Kuhn es más directo. No se propone rodear la tradición con un halo de misterio, sino someterla al análisis intelectual. Segundo, Oakeshott concibe la ciencia como una tradición singular, y a los científicos como comunicados a través de una sola “conversación”, conducidos por un solo idioma³⁶ a lo largo del tiempo. Kuhn se ve forzado por su punto

³⁴ *Ibid.*, p. 10.

³⁵ M. Oakeshott, “Rationalism in Politics”, cit., p. 11.

³⁶ Véase el ensayo “Rational Conduct” (1950), reimpresso en *Rationalism in Politics*, pp. 80-

de vista a establecer que las tradiciones de investigación provienen de los paradigmas, es decir, a partir de partes específicas del trabajo científico ver la historia de la ciencia en términos de una sucesión de tradiciones discretas, cada una definida por un paradigma o conjunto de paradigmas, cada una con su idioma distintivo, cada una sosteniendo toda la atención de una comunidad de científicos por cierto período de tiempo, y cada una destinada a ser eventualmente descartada. Para Kuhn la ciencia no es una conversación única sino una mezcla de conversaciones en idiomas diferentes, los hablantes en un idioma no son capaces de comprender totalmente a los hablantes en otro, por lo cual, como lo expresa el mismo Kuhn, “aquellos que suscriben a paradigmas alternativos, inconmensurables, se encuentran destinados en algún grado a hablar frente a cada uno de ellos”.³⁷

Esta imagen de la ciencia debe levantar sospechas acerca de su carácter totalmente progresivo: si la ciencia “normal” progresa porque los científicos se subsumen en un paradigma que los rige, ¿cuál es la garantía de que los cambios de un paradigma a otro, de un “idioma” a otro, también serán progresivos?

La ciencia normal, en los términos en que Kuhn la concibe, es progresiva casi por definición. Sus paradigmas reinantes definen para una comunidad de científicos cuáles problemas, procedimientos y soluciones son admisibles, o, en otras palabras, qué es para ellos lo que cuenta como ciencia. De este modo, el completo aparato institucional de una comunidad científica normal —que controla el entrenamiento y la socialización de los reclutas, el acceso a las facilidades de investigación y los canales de comunicación y publicación, y la distribución de recompensas— se ajusta a mantener la práctica de la ciencia dentro de los límites establecidos por los paradigmas reinantes, y de esta manera previene que las energías de los científicos se disipen al involucrarse en interminables disputas sobre supuestos básicos, por abordar problemas insolubles, o por entablar debates con “desviados” que no aceptan las reglas del juego. Consecuentemente, la comunidad científica resulta “un instrumento inmensamente eficiente para resolver problemas o incógnitas que definen (estos) paradigmas”,³⁸ en la medida en que tiene el poder para reforzar la conformidad con sus paradigmas.

De este modo, el carácter progresivo de la ciencia, en su fase normal, depende de la fuerza con la cual la autoridad de los paradigmas se afirma a los efectos de encauzar recursos disponibles para encontrar soluciones para un

110. En las pp. 102-103 se encuentra una discusión acerca de la naturaleza de la actividad científica que es notablemente similar a la de Kuhn.

³⁷ T. S. Kuhn, *Structure of Scientific Revolutions*, cit., p. 147.

³⁸ *Ibid.*, p. 165.

rango limitado de problemas. Sin embargo, la ciencia no siempre progresa “normalmente”. De acuerdo con Kuhn, en la historia de la ciencia, los períodos de desarrollo normal se separan por convulsiones “revolucionarias” comparativamente breves –episodios extraordinarios durante los cuales una comunidad científica pierde confianza en la capacidad de sus paradigmas reinantes para generar estrategias de investigación que resuelvan todos los problemas legítimos antes que ellos, sale en la búsqueda de modelos alternativos y finalmente transfiere sus lealtades a un nuevo paradigma más prometedor. ¿Pero qué garantía hay de que tales cambios de paradigma sean de carácter progresivo? Kuhn sostiene que las elecciones entre paradigmas no son dirigidas por la lógica o por la evidencia. Por lo tanto, si son de carácter progresivo las explicaciones deben ser psicológicas o sociológicas; debe radicar en el carácter de la comunidad científica que las lleva adelante. Sin embargo, Kuhn apenas enfatiza que las elecciones entre paradigmas que caracterizan la ciencia “extraordinaria” son muy diferentes en su tipo de las elecciones que enfrentan los practicantes de la ciencia dominada por el paradigma “normal”; los anteriores se conforman y justifican sin la posibilidad de una apelación final a principios o precedentes. En realidad, los vincula al fenómeno de las variaciones gestálticas o de la conversión religiosa; ellos son intrusos en la normalidad antes que frutos de ella.

Finalmente, la paradoja según la cual la comunidad científica que asegura el carácter progresivo de la *ciencia normal* por la singular disposición con la cual refuerza la conformidad hacia sus paradigmas reinantes garantiza también el carácter progresivo de la *ciencia extraordinaria* a partir de las cualidades que trae para la tarea de desacreditar estos paradigmas y poner otros en sus lugares. Kuhn se deshace de esta paradoja cambiando su posición original, un cambio que puede o no dar una explicación convincente del carácter progresivo de la ciencia, pero que claramente, al menos desde mi punto de vista, desmerece enormemente el valor sociológico de su descripción del cambio científico. Habiendo afirmado desde el principio que el compromiso primario de los científicos se constituye con las maneras concretas de hacer ciencia ejemplificado en paradigmas, Kuhn sostiene finalmente que los científicos tienen todavía un compromiso más básico con ciertos “valores supremos”, los cuales aseguran su aceptación de paradigmas particulares, y los conciben a través de períodos difíciles, cuando flaquea la autoridad de estos paradigmas. En efecto, sostiene que la ciencia se rige por una especie de cultura política que previene que los científicos pierdan la cabeza durante períodos de crisis.³⁹

³⁹ Kuhn introduce la noción de “valores supremos” en las secciones finales de su trabajo “Logic of Discovery or Psychology of Research” (véase nota 29).

Los científicos de Kuhn son minuciosos constitucionalistas. Son reformadores, no revolucionarios. Se encuentran avocados a hallar soluciones a problemas internos al marco de trabajo de una tradición de pensamiento establecida, y no a minar sus bases. Son por naturaleza solucionadores de problemas de ingenio que sólo perderán la fe en procedimientos aceptados si fallan continuamente en producir soluciones. Sólo en ese caso buscarán maneras alternativas de jugar el juego; y sólo cuando puedan vislumbrar que una alternativa promete un futuro establecido de resolución de incógnitas se comprometerán con ella.

En esta descripción, las revoluciones científicas pueden ser asuntos intelectualmente momentáneos, pero socialmente éstas generalmente demuestran ser muy inocuas. Los científicos no tienen estómago para el desorden. No se aislarán por sí mismos del viejo orden hasta que el nuevo se vuelva claro para ellos. Pero tan pronto como esto ocurre, realizan el cambio sin demasiada fricción. Rápidamente adoptan las nuevas maneras de juego y se reagrupan dentro de comunidades de resolución de incógnitas, dejando atrás sólo a unos pocos empecinados. De este modo, la discontinuidad intelectual del cambio paradigmático se compensa por la continuidad de la “cultura política”, su compromiso supremo con la unanimidad y la normalidad. De acuerdo con Kuhn, allí radica la garantía última del carácter progresivo de las revoluciones científicas: los científicos sólo tomarán el nuevo paradigma si están convencidos de que éste no requerirá que ellos nieguen los logros del pasado, y que no les impedirá volver a las rutinas satisfactorias de la ciencia normal. Los científicos no contemplarán una nueva manera de hacer ciencia a menos que ésta pueda producir consenso y normalidad. Acusar a Kuhn, como lo hace Lakatos,⁴⁰ de hacer del progreso científico el rehén de la psicología de masas puede ser excusable como retórica pero tergiversa el espíritu del argumento de Kuhn: la psicología colectiva tal vez, pero la psicología colectiva de un grupo de hombres cuyas mismas actividades comprometen un respeto por el orden, un grupo más parecido a un cuerpo de abogados que a una masa revolucionaria.

Si la reciente descripción de Kuhn sobre los valores supremos de la ciencia se presenta como una explicación socio-psicológica del carácter progresivo de la ciencia en general o no, dudo mucho de que contribuya tanto como la noción de paradigma para nuestra comprensión de las instancias particulares del cambio científico. En efecto, nos apartó (*lead us away from*) de este último problema. Si afirmamos que finalmente los científicos no se

⁴⁰ I. Lakatos (1970), *Criticism and the Growth of Knowledge*, Nueva York, Cambridge University Press.

comprometen con ningún modelo particular de ciencia normal y en cambio meramente lo hacen con la “unanimidad de grupo” como tal, el problema de explicar los cambios en términos de práctica y de estructura social de la ciencia desaparece virtualmente, por lo cual no debe atenderse a los cambios pero sí a la continuidad en los valores supremos.

Es notable cuán cerca se aproxima Kuhn a la posición sociológica de Merton debido a su interés epistemológico en explicar el carácter progresivo de la ciencia. Merton hace que los valores científicos den peso social a los cánones no-sociales del método científico que garantiza el carácter progresivo de la ciencia; Kuhn prescinde de tales cánones metodológicos, aunque logra salir de la dificultad abasteciéndose de sus “valores supremos” –los cuales no son finalmente menos abstractos y a-históricos que la lógica de procedimiento de Merton– para ponerlos en lugar de aquéllos. Esto es una pena; es consecuencia de inclinar la sociología hacia razones epistemológicas y hacia una visión de la ciencia “esencialista” o “necesaria”, con el propósito de capturar su “espíritu” o fuerza directriz y de ese modo explicar su carácter progresivo. Y supone repetir una vez más el modo en que Merton confunde una descripción de la esencia o del significado de la ciencia con una explicación de su desarrollo histórico en un período de tiempo particular. Resulta más valorable la concepción original de Kuhn que establece que la práctica científica cotidiana se rige por tradiciones concretas de investigación, por la “ley viva”, antes que por reglas abstractas, valores o esencias. Esto abre un campo completamente nuevo para la indagación sociológica. Nos invita a estudiar las relaciones contingentes entre el surgimiento y la declinación de tal límite de la tradición respecto a los modos de hacer ciencia, el movimiento de las ideas sustentadas más o menos racionalmente y el desarrollo de instituciones científicas socialmente constreñidas. El camino a seguir por parte de la sociología de la ciencia no descansa en la elaboración de teorías sobre el hombre científico, otorgándole la apariencia del “metodista” racional de Merton o la de constitucionalista que resuelve incógnitas de Kuhn, sino que radica en el estudio de las interrelaciones de los modos de pensamiento, los estilos de trabajo y la posición social de los científicos, utilizando, como lo hace Kuhn, la noción de autoridad científica –racional o “tradicional”, intelectual o social– como el concepto clave que posibilita la mediación/vinculación.

En este trabajo he intentado demostrar que escritores como Merton y Kuhn han permitido que su sociología de la ciencia fuera dirigida por la preocupación de encontrar una base social para la racionalidad o, como en el caso de Kuhn, el carácter progresivo de la ciencia lo llevó a establecer que el compromiso último del científico es con un conjunto de valores altamente abstractos, valores que se supone pueden generar o confirmar un modo de

vida constante que no se interrumpe cuando se dan cambios en el pensamiento científico. Argumentaré que postular la existencia de dicho sistema de valores ilumina poco el curso del cambio científico real. Antes bien, lo contrario –hasta el punto que los científicos se representan como capaces de modificar por pedido sus modelos de pensamiento y sus prácticas sin violentar estos últimos compromisos, los cambios científicos aparecen como no problemáticos. Los valores científicos comienzan a vislumbrarse como un tipo de marco en el cual cualquier imagen “científica” del mundo puede ajustarse sin problema. Para Merton, dicha imagen se halla destinada a ajustarse porque el marco ha sido prefabricado a los efectos de acomodar los productos de la actividad científica racional; para Kuhn se ajusta, porque sólo las imágenes que se ajustan son científicas.

Sin embargo, suponer en los intereses de la epistemología una alineación espontánea entre valores científicos, práctica y pensamiento implica negarnos los sentidos de comprender el curso real del cambio científico. Abogaría por una suerte de “agnosticismo epistemológico” similar a la actitud del “ateísmo metodológico” que toma Berger en su sociología de la religión, que daría a los sociólogos la oportunidad de desarrollar el tipo de enfoque que sirve más para iluminar procesos históricos de cambio reales en los modelos de pensamiento, modo de práctica y la situación social de los científicos, antes que encontrarse con las demandas de la epistemología.

The Structure of Scientific Revolutions de Kuhn esboza ampliamente líneas de este tipo de enfoque. Pero, como he tratado de demostrar, más recientemente Kuhn ha alterado los términos de su análisis, tal vez para hallar la crítica apuntada en contra de él por parte de los filósofos de la ciencia. Sin embargo, hay todavía una debilidad en su estudio temprano. Fracasa en mantenerse fiel a su título. No presenta un análisis convincente de la estructura *interna* de las revoluciones científicas; en efecto, reconoce que son eventos intrínsecamente no analizables, vinculándolos con las variaciones gestálticas o con los actos de conversión religiosa. Como consecuencia, Kuhn no tiene éxito en desarrollar una teoría social del cambio científico. Porque desde el principio separa el crecimiento científico en distintas fases. En períodos de ciencia “normal”, los compromisos básicos de los científicos –conceptuales, metodológicos, técnicos– son virtualmente constantes. Durante los intervalos de la ciencia “extraordinaria” hay una completa variación alrededor de estos compromisos. En la fase normal el énfasis recae en la estabilidad de los compromisos, y sobre la estructura de autoridad limitada por la tradición que suscribe en ellos. En períodos de revolución, por otro lado, los científicos rompen con un conjunto de compromisos y adoptan otros. En un caso el cambio es marginal; en el otro se representa como una mutación no analizable.

Los científicos no pueden entonces esperar hallar en el trabajo de Kuhn una teoría acabada del cambio científico. Sin embargo, el logro de Kuhn radica en haber demostrado el modo en que dicha teoría puede desarrollarse atacando el problema de cómo maneras concretas de hacer ciencia, o más específicamente las estructuras de autoridad que las sostienen, son modificadas, desorganizadas y tal vez descartadas durante los cambios del pensamiento científico y de la técnica.

LA FILOSOFÍA DE LA QUÍMICA EN LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA CONTEMPORÁNEA*

MARTÍN LABARCA**

RESUMEN

Sobre la base del supuesto reduccionista según el cual la química puede ser reducida a la física fundamental, ella suele ser considerada una disciplina meramente fenomenológica y, por tanto, una ciencia de un prestigio inferior al de la física. Tal supuesto ha retrasado fuertemente el surgimiento de la filosofía de la química como subdisciplina de la filosofía de la ciencia. Afortunadamente, esa situación ha comenzado a modificarse durante los últimos años: la filosofía de la química se ha convertido en un campo de rápido crecimiento. En el presente artículo se revisan las principales líneas de investigación en la filosofía de la química contemporánea y los beneficios potenciales que puede obtener la educación en química a partir de los trabajos generados por los filósofos de esta disciplina.

PALABRAS CLAVE: FILOSOFÍA DE LA QUÍMICA, REDUCCIONISMO, MODELOS Y EXPLICACIONES EN QUÍMICA, EDUCACIÓN EN QUÍMICA.

1. LA FILOSOFÍA DE LA QUÍMICA HOY

En la actualidad, la filosofía de la ciencia se ha diversificado y ramificado en diversas disciplinas dedicadas a analizar los problemas filosóficos de las ciencias especiales: en la bibliografía contemporánea encontramos filosofía de la física, de la biología, de la matemática, etc. Sin embargo, la filosofía de la química se encuentra generalmente ausente en esa lista. En efecto, no sólo existen muy pocas revistas¹ especializadas en los problemas filosóficos derivados de dicha disciplina científica, sino que en los encuentros académicos los filósofos de la química aún suelen ser confinados a las secciones correspondientes a la filosofía de las ciencias físicas. Esta situación es particularmente sorprendente a la luz de la extensa historia de la química como disciplina

* Agradezco las valiosas sugerencias de Eduardo Mari y Olimpia Lombardi. Este trabajo fue posible gracias al apoyo de la Universidad Nacional de Quilmes.

** Universidad Nacional de Quilmes.

¹ Las revistas existentes son: *Hyle –International Journal for the Philosophy of Chemistry*, que comenzó en 1995, y *Foundations of Chemistry*–, cuyo primer número es del año 2000. Existe también una sociedad internacional (*International Society for the Philosophy of Chemistry*), así como un grupo de discusión en Internet (“philchem”) cuya existencia data de 1997.

científica y de su posición relevante en el contexto actual de las ciencias naturales. ¿Por qué, entonces, la química ha sido en gran medida ignorada por los filósofos de la ciencia?

Puede resultar sorprendente que sólo a mediados de la década pasada la filosofía de la química comenzara a despertar interés como subdisciplina dentro de la filosofía de la ciencia contemporánea. Las razones de tal retraso se justifican sobre la base de los siguientes factores, estrechamente relacionados entre sí: a) la adopción de un realismo ingenuo de corte externalista, según el cual existe una única ontología que constituye el objeto de nuestro conocimiento, y b) como consecuencia, el supuesto de que la química puede ser reducida a la física fundamental, tesis que se ha convertido en lugar común entre los físicos y los filósofos de la ciencia. Este supuesto encuentra su mejor expresión en el famoso *dictum* de Paul Dirac: “Las leyes físicas fundamentales necesarias para la teoría matemática de una gran parte de la física y la totalidad de la química [son] completamente conocidas desde la mecánica cuántica” (Dirac, 1929, p. 714). De ser válida esta afirmación, los problemas filosóficos de la química, cuando son considerados en profundidad, pertenecen en realidad al ámbito de la filosofía de la física. De este modo, la química es considerada una ciencia “secundaria”, meramente fenomenológica y, por tanto, de un prestigio inferior al de la física, la cual ocuparía el lugar más alto en la jerarquía de las ciencias naturales.² A esta situación se agrega la percepción social de la química en la actualidad: según Vancik (1999), la relación existente entre la industria química moderna y los problemas ambientales actuales, sumado a una campaña anticientífica (especialmente antiquímica) en los medios de comunicación, afectan sensiblemente la imagen de la química en la sociedad. En definitiva, la tradición Dirac / mecánica cuántica y realismo metafísico por un lado, y el desprestigio social de la química por otro, han impedido a la filosofía de la química emerger como un campo de investigación de igual derecho y jerarquía que la filosofía de la física y de la biología.

2. TÓPICOS ACTUALES EN FILOSOFÍA DE LA QUÍMICA

Afortunadamente, durante los últimos años esta situación de olvido ha comenzado a revertirse: la filosofía de la química está adquiriendo un nuevo impulso, esto es, “reformulándose” a sí misma. Los nuevos filósofos de la

² Esto no significa que las afirmaciones reduccionistas de Dirac hayan ejercido una influencia directa sobre la percepción de los químicos sobre su propia disciplina. En un interesante trabajo histórico acerca de la influencia de tales afirmaciones, Simoes (2002) concluye que las mismas no han afectado el trabajo de los químicos cuánticos.

química comienzan no sólo a cuestionarse algunas de las concepciones tradicionales acerca de la química, sino también a abordar nuevos tópicos que indican la existencia de un ámbito legítimo de reflexión filosófica. A continuación expondremos algunos de los problemas centrales que se debaten en este nuevo campo de investigación.

METAFÍSICA DE LAS ENTIDADES QUÍMICAS

Este tópico, uno de los principales en la filosofía de la química actual, se refiere a la naturaleza de las entidades químicas. También a este ámbito corresponde la discusión acerca del estatus epistemológico y ontológico de conceptos tales como los de elemento, átomo y molécula, y el de conceptos relacionados como los de estructura y fase (*cf.* Van Brakel, 1997, 1986; Paneth, 2003 [1962]). Estrechamente relacionada con el concepto de identidad molecular se encuentra la noción de estructura molecular: en efecto, en casi todas las descripciones químicas se considera que una molécula conserva su identidad cuando cambia su forma o su estructura mediante vibraciones o rotaciones, pero la pierde al formarse o romperse enlaces covalentes. La noción de estructura molecular es la que ha concentrado la mayor parte de los debates. ¿Es la estructura molecular reductible o irreductible? ¿Se trata de un mero concepto que no tiene relación con la realidad? ¿Es un aspecto esencial para la identidad molecular?

La controversia acerca del estatus epistemológico del concepto de estructura molecular ha dado lugar a un extenso debate en los últimos tiempos. La discusión tuvo su punto de partida en el polémico y desafiante artículo de Wooley (1978) (“¿Debe una molécula tener una estructura?”); allí el autor señala que desde el punto de vista de la teoría cuántica, la noción de estructura molecular se contrapone con la noción clásica y, por tanto, no es una propiedad intrínseca de los sistemas químicos. En la misma línea, Hans Primas (1983) considera que la estructura molecular es sólo una poderosa y reveladora metáfora que no se corresponde con la realidad descrita por la mecánica cuántica. De ser así, entonces, “la idea fundamental de que las moléculas son construidas aditivamente a partir de átomos, los que retienen su identidad esencial dentro de la molécula, es puesta en duda” (Weininger, 1984, p. 939). Pese a ello, el propio Wooley (1985) enfatiza que en química el concepto de estructura molecular no debe ser abandonado, si bien recuerda que tal concepto surgió en un contexto científico muy diferente del actual.

No obstante, como correctamente indica Scerri (2000a), la mayoría de los químicos reaccionaría con total incredulidad ante la idea de que la estructura molecular es sólo una “metáfora iluminadora”, dado que se trata de un concepto central en la química contemporánea. La evidencia contundente

aportada por la espectroscopía y por otros estudios estructurales –entre ellos, técnicas modernas de microscopía– en favor de su existencia en el nivel químico, permitirían rechazar tal perspectiva.

Precisamente sobre esta base, Ramsey (1997) argumenta en favor de una interpretación realista del concepto de estructura molecular. Este autor afirma que si se emplea una descripción física del concepto, se observa que el mismo es reductible ontológicamente, aunque de manera aproximada. Como consecuencia, la estructura molecular es un concepto aproximado con límites definidos. Señala, además, que –contra Wooley y Primas– cuando este concepto es adecuadamente interpretado, se trata de un “objeto de creencia” (p. 234).

El origen del conflicto acerca de la interpretación del concepto de estructura molecular se encuentra en la irrupción de la mecánica cuántica en el ámbito de la química. En efecto, desde un punto de vista cuántico la noción de estructura carece por completo de significado dada la indeterminación de la posición y la trayectoria de los componentes moleculares. Pero, al mismo tiempo, el concepto de estructura molecular ocupa un lugar central en las explicaciones químicas, incluso respecto de una cuestión tan básica como la identidad de las moléculas. ¿Cuál es el referente del término “estructura molecular”? El debate, como vemos, está aún lejos de concluir.

EL PROBLEMA DEL REALISMO

El problema del realismo se encuentra fuertemente relacionado con el tópico anterior, puesto que se centra en la pregunta acerca de la existencia o no de los referentes de los términos teóricos en química. En este ámbito las discusiones se han concentrado principalmente en torno del concepto de orbital atómico, central en la química contemporánea, y del concepto de configuración electrónica, estrechamente vinculado con el anterior. ¿Se trata de entidades existentes en el mundo químico pero no en el mundo físico? ¿Son entidades “reales”?

Tal como lo expresa Scerri (2000a), estas preguntas plantean un interesante problema filosófico, puesto que apuntan al núcleo del problema del realismo. Es sabido que un orbital es la región del espacio, próximo al núcleo atómico, donde existe la mayor probabilidad de encontrar un electrón. En general, los químicos y los educadores en química suelen ser realistas ingenuos al atribuir a los orbitales una existencia definida. Sin embargo, desde el punto de vista de la mecánica cuántica, un orbital no es más que una herramienta matemática para expresar dicha probabilidad. La misma se expresa mediante una función matemática (una función de onda ψ) que constituye una solución de la ecuación de Schrödinger para, por ejemplo, sistemas de un

electrón, esto es, un orbital atómico para el átomo de H o un orbital molecular para el H_2^+ . Por este motivo, los físicos y los químicos computacionales utilizan orbitales y configuraciones electrónicas como meras ficciones matemáticas útiles para el cálculo. Sobre esta base, Scerri (2000a) y Ogilvie (1990) sostienen que desde la perspectiva de la mecánica cuántica, no existe tal cosa como el orbital atómico o la configuración electrónica. A pesar de ello este último autor sugiere que, no obstante, ambos conceptos resultan útiles en química y, claramente, no deberían ser abandonados. Otros autores, por el contrario, indican que es necesario considerar caminos alternativos para evitar el concepto de orbital, incluso en la enseñanza media y en los cursos universitarios de química general (Tsarpalis, 1997).

Sin embargo, durante el segundo semestre de 1999 una noticia conmovió el mundo de la química y de la física: los orbitales habían sido visualizados y fotografiados por primera vez (Zuo *et al.*, 1999). El hallazgo, que fuera tapa de la prestigiosa revista científica *Nature*, fue rápidamente comunicado en el mundo científico (*cf.*, Yam, 1999; Jacoby, 1999; Zurer, 1999), y no sólo fue nominado como uno de los cinco *highlights* del año en la química (Zurer, 1999), sino que científicos de prestigiosas universidades señalaron rápidamente la utilidad de dicho trabajo como punto de partida para la comprensión de otros fenómenos del mundo físico.³ La visualización de orbitales en otro compuesto fue comunicada, también, por otro grupo de investigadores poco tiempo después (Pascual *et al.*, 2000).

A pesar del impacto y de la expectativa que generó el resultado de la observación de los orbitales electrónicos, algunos químicos algo más reflexivos y filósofos de la química objetaron rápidamente las conclusiones obtenidas por los investigadores responsables de la experiencia, señalando el error conceptual cometido en la interpretación de dichas visualizaciones (Wang y Schwarz, 2000; Scerri, 2000b, 2001a). Por ejemplo, Scerri ha insistido en que los orbitales no pueden visualizarse, no sólo porque las funciones de onda no son observables, sino porque, desde la perspectiva de la mecánica cuántica, los orbitales son sólo ficciones matemáticas desprovistas de cualquier existencia real (Scerri, 2003a, p. 8). El error conceptual, señala el autor, consiste en confundir el concepto de orbital con el concepto de densidad de carga (o de electrones), el cual, efectivamente, sí se observa durante los experimentos.⁴

³ Por ejemplo, Humphreys (1999) afirma que la visualización de los orbitales *d* en la cuprita (Cu_2O) puede ser el primer paso para comprender la superconductividad de óxidos de cobre a altas temperaturas.

⁴ Es interesante señalar que esta distinción conceptual le es concedida a Scerri por el grupo de investigadores que publicó el artículo citado en *Nature* (Spence *et al.*, 2001).

Por otra parte, algunos autores afirman que la química debe ser considerada de manera realista con el fin de establecer su autonomía de la física (Crasnow, 2000; Primas, 1983). También puede argumentarse que el problema de la “realidad” de los orbitales se analiza mejor como una cuestión de explicación científica, y no desde el realismo: podemos pensar en los orbitales como descripciones aproximadas, que no refieren a entidades, lo cual no pondría en peligro ni la autonomía de la química ni la de los conceptos químicos (Jenkins, 2002).

AUTONOMÍA DE LA QUÍMICA

Tal vez el tópico que más ha ocupado a los filósofos de la química desde la constitución de su propia subdisciplina filosófica ha sido el problema de la autonomía de la química respecto de otras ciencias, en particular, respecto de la física. Las discusiones acerca del realismo han jugado un papel relevante en este problema, en particular referidas nuevamente a la interpretación de los orbitales electrónicos. Sin embargo, los debates acerca de la autonomía de la química se han centrado principalmente en torno al problema de la reducción, en particular, a la pregunta acerca de la posibilidad o imposibilidad de reducción de la química a la física. Si bien ambas disciplinas siguieron un desarrollo histórico independiente, el impactante éxito de la mecánica cuántica en el siglo XX condujo a físicos y filósofos de la ciencia a afirmar que la química puede ser reducida a la física fundamental.⁵ El ya mencionado *dictum* de Paul Dirac (1929) expresa claramente este supuesto reduccionista. Sobre esta base, la química se concibe como una rama de la física que trata de sistemas complejos o procesos particulares, los cuales podrían “en principio” ser descriptos y explicados por medio de la teoría cuántica.

Durante los últimos años, diversos autores han comenzado a desafiar este enfoque tradicional con el propósito de recuperar la autonomía de la química y, *a fortiori*, la legitimidad de la filosofía de la química. En algunos casos, la autonomía de la química como disciplina científica es defendida en términos históricos, enfatizando las diferentes tradiciones históricas que marcaron la evolución de la física y de la química (*cfr.* Vancik, 1999). Pero los principales argumentos se basan en la distinción entre reducción ontológica y reducción epistemológica. En efecto, la más frecuente línea de argumenta-

⁵ También debe tomarse en cuenta el trabajo de los llamados “químicos cuánticos”, cuyo trabajo se basa en el supuesto reduccionista. Las mejoras realizadas en los cálculos teóricos, que permiten una mejor interpretación de las experiencias, junto con el avance de la informática, han logrado que la química cuántica haya ingresado en su “tercera etapa” de desarrollo (Richards, 1979).

ción propuesta por los filósofos de la química para defender la autonomía de la química y la legitimidad de su propio campo de investigación filosófica es la que enfatiza la imposibilidad de reducción epistemológica de la química a la física. Si bien los argumentos particulares difieren entre sí, todos los autores concuerdan en considerar que las descripciones y los conceptos químicos no pueden derivarse de los conceptos y las leyes de la física, tal como lo supone el reduccionismo epistemológico. Por ejemplo, van Brakel (1997) analiza la tradicionalmente aceptada reducción de la termodinámica a la mecánica estadística (Kemeny y Oppenheim, 1956; Nagel, 1961), señalando que, en general, la temperatura no puede definirse como la energía cinética molecular media: esto es verdadero para gases perfectos compuestos de moléculas ideales en movimiento aleatorio, pero no para sólidos, plasmas o en el vacío. Según van Brakel, todos los problemas que involucran reducción interteórica parecen relacionarse con la noción macroscópica de equilibrio, una noción central de la termodinámica: por ejemplo, el concepto macroscópico de temperatura sólo tiene sentido para sistemas en equilibrio pero, microscópicamente, no hay tal cosa como equilibrio.

En su rechazo de la reducción epistemológica de la química a la física, Vemulapalli y Byerly (1999) afirman que la reducción epistemológica falla incluso en casos relativamente sencillos: en general, las propiedades de un sistema químico no pueden ser explicadas en términos de las propiedades de los microcomponentes físicos; y aun si las propiedades químicas de un macrosistema pudieran derivarse de sus microcomponentes, esto requeriría supuestos adicionales relacionados con el fenómeno macroscópico. Una de las situaciones consideradas por estos autores es el equilibrio en sistemas compuestos no ideales: si bien existe un método para relacionar las propiedades de un sistema con las actividades de sus componentes, los valores numéricos de las actividades individuales deben derivarse empíricamente a partir de experimentos sobre el sistema, o teóricamente postulando fuerzas intermoleculares u otras hipótesis *ad hoc* ajenas al cuerpo principal de la teoría; en cualquier caso, las actividades individuales no pueden deducirse de las teorías que rigen el comportamiento de los microcomponentes del sistema.⁶ Sobre la base de éste y otros ejemplos, Vemulapalli y Byerly (1999, p. 37) concluyen que: “La reducción epistemológica falla radicalmente cuando se intenta derivar las explicaciones químicas específicas a partir de la física fundamental [...] sólo tiene éxito en derivar resultados químicos suponiendo da-

⁶ Según Scerri (2003a), uno de los principales motivos para el resurgimiento de la filosofía de la química fue que la química no ha sido aún completamente reducida a la mecánica cuántica (para un análisis detallado de ésta afirmación, cf. Scerri, 1994).

tos químicos”. En la misma línea de argumentación, Benfey (2000, p. 198) afirma: “Hay un límite intrínseco para que la física pueda predecir los fenómenos de la química [...] sólo los datos químicos pueden indicar qué aproximación mecánico-cuántica es válida”.⁷

Si bien existe un amplio acuerdo respecto a la imposibilidad de reducir epistemológicamente la química a la física, los filósofos de la química no dudan acerca de la reducción ontológica: cuando se las analiza con profundidad, las entidades químicas no son más que entidades físicas. Por ejemplo, Vemulapalli y Byerly (1999) adoptan una posición fisicalista según la cual, si bien las propiedades de un sistema químico no pueden efectivamente derivarse de las propiedades físicas, la química conserva su dependencia ontológica respecto de la física fundamental: “La reducción ontológica, en el sentido de mostrar la dependencia de todos los fenómenos sobre procesos físicos constituyentes, ha sido un programa de investigación altamente exitoso” (Vemulapalli y Byerly, 1999, p.18). Para estos autores, la emergencia de entidades y propiedades químicas debería ser interpretada sólo en un sentido epistemológico: la tesis ontológica del fisicalismo evita el surgimiento de entidades ‘dudosas’, carentes de respaldo científico. Desde una perspectiva similar, Scerri y McIntyre (1997, p. 18) consideran que “la dependencia ontológica de la química respecto de la física parece ser casi un resultado inevitable”; según estos autores, el problema de la reducción –que es el problema a resolver para preservar la autonomía de la química– es una cuestión epistemológica y no ontológica. A su vez, Luisi (2002) reemplaza la distinción entre reducción epistemológica y ontológica por la distinción entre deducibilidad *en principio* y deducibilidad *efectiva* o *práctica*: las propiedades químicas son ‘en principio’ deducibles de las propiedades físicas; sin embargo, no pueden ser derivadas efectivamente de las propiedades del nivel físico “debido a dificultades técnicas, tales como la carencia de fuerza computacional o el progreso insuficiente de nuestros conocimientos” (Luisi, 2002, p.192). A su vez, Benfey (2000) recuerda la segunda parte de la frecuentemente citada afirmación de Dirac: “...la dificultad [para derivar la química de la física] sólo consiste en que la aplicación exacta de estas leyes [de la mecánica cuántica] lleva a ecuaciones demasiado complicadas para ser resueltas” (Dirac, 1929, p. 714). Sobre la base de tal afirmación, Benfey señala el límite intrínseco para la deducción efectiva de la química a partir de la física: por ejemplo, el andamiaje matemático necesario para describir la densidad de

⁷ Algunos autores indican que, aun cuando fuera posible reducir tales conceptos (por ejemplo, enlace, quiralidad, etc.) a la teoría cuántica, la química conservaría su independencia debido a que comprende su propia metodología, instrumental y propósitos (Weininger, 1984; Bunge, 1982).

electrones de una estructura tan simple como la del benceno, requeriría un número de entidades superior al número de partículas fundamentales en nuestro universo.

Sin embargo, es también posible poner en duda que la posición actual de rechazo de la reducción epistemológica de la química a la física sea suficiente para evitar las conclusiones que colocan a la química en un lugar subordinado respecto de la física. En efecto, podría sostenerse que sólo la autonomía ontológica del mundo químico es capaz de dotar a la química del mismo status que la física en el contexto de las ciencias naturales. En este sentido se ha argumentado que el pluralismo ontológico suministra el contexto filosófico adecuado para abordar el problema de la relación entre el mundo físico y el mundo químico (Lombardi y Labarca, 2005a), puesto que permite concebir una realidad fenoménica estratificada, organizada en múltiples niveles ontológicos, todos ellos interconectados por relaciones objetivas pero no-reducitivas. En otras palabras, no existe una única ontología a la cual refiere todo el conocimiento científico. Por el contrario, cada ciencia, y aún cada teoría, opera sobre su propio nivel ontológico donde las entidades y regularidades referidas por la teoría pueden ser consideradas legítimamente como reales. Desde este enfoque, entonces, es posible admitir la autonomía ontológica del mundo químico y, *a fortiori*, revertir la idea tradicional de la “superioridad” de la física respecto de la química.⁸

MODELOS Y EXPLICACIONES EN QUÍMICA

Los modelos constituyen un aspecto central de la organización y práctica en la química contemporánea (Tomasi, 1999; Trindle, 1984). Los químicos construyen y refinan modelos no sólo para intentar comprender fenómenos diversos, sino también para guiar sus futuros experimentos. Por ejemplo, los modelos moleculares proporcionan información muy valiosa acerca de los requerimientos geométricos en una reacción química. En la química ácido-base las propiedades físicas y químicas de los ácidos y de las bases se explican mediante los modelos de Arrhenius, Brønsted-Lowry y Lewis. En cinética química el mecanismo del cambio químico ha sido explicado bajo distintos modelos a través de la historia de la química (Justi y Gilbert, 1999). Por su parte, Sibel Erduran (2001) destaca la importancia del uso de modelos en la educación en química como herramienta para el aprendizaje conceptual de la disciplina.

⁸ Otros argumentos filosóficos que tienden del mismo modo hacia la idea de un pluralismo ontológico, pueden verse en Scerri (2000c) y van Brakel (2000).

De esta manera, la naturaleza de los modelos y explicaciones en química es un área de interés creciente en la filosofía de la química contemporánea, dado que el mundo químico provee numerosos y variados ejemplos a los filósofos de la ciencia interesados en este tema. ¿En qué consisten las explicaciones en la química moderna? ¿Son autónomas de las explicaciones concernientes a la física? ¿Cuál es la naturaleza de los modelos químicos?

Si se admite una estrecha relación entre la química y la física, podría pensarse que los modelos y explicaciones en química deben ser abordados, también, desde un reduccionismo epistemológico. Es decir, la física fundamental debería explicar satisfactoriamente la naturaleza de los modelos químicos y brindar explicaciones más generales y fundamentales que las explicaciones químicas. Sin embargo, algunos autores subrayan que, aun cuando las regularidades químicas estén instanciadas en procesos físicos fundamentales, puede ser más útil explicarlas y describirlas en un nivel químico. En otras palabras, las explicaciones y modelos en química son genuinamente específicos del nivel químico considerado y, por tanto, son autónomas de las explicaciones y modelos en la física (Scerri, 2000a; Scerri y McIntyre, 1997).

Sin embargo, tal como advierten algunos autores, es necesario evitar la utilización de explicaciones *ad-hoc* para dar cuenta de ciertos fenómenos químicos particulares que luego no puedan ser generalizadas a otras situaciones (Scerri, 2000a). Un ejemplo de esta situación es la explicación dada para describir la aparente “paradoja de los orbitales”, referida a la configuración electrónica de la primera serie de los elementos de transición: la mayoría de los educadores en química e incluso textos universitarios señalan que el orbital $4s$ es preferentemente ocupado antes que el orbital $3d$ debido a que posee menor energía; sin embargo, esta idea no se sustenta ni en la teoría cuántica ni en hallazgos experimentales (Scerri, 2004; Melrose y Scerri, 1996; Vanquickenborne *et al.*, 1989; Scerri, 1989).

En definitiva, es posible comprender el creciente interés de los filósofos de la química por este tópico puesto que la química, por su propia naturaleza, involucra explicaciones mucho más específicas que en el caso de la física, dada la amplia variedad de sustancias existentes y la gran diversidad de reacciones que las involucran.

LEYES Y TEORÍAS QUÍMICAS

Respecto de esta cuestión, los filósofos de la química se formulan algunas de las siguientes preguntas: ¿Qué son las leyes y las teorías químicas? ¿Poseen alguna peculiaridad que las diferencie de las leyes físicas? ¿La Ley Periódica de los elementos constituye una ley científica en el mismo sentido que las leyes de la dinámica en física clásica?

Si se adhiere a la tesis epistemológicamente reduccionista de la química respecto de la física, es consecuente afirmar que las leyes químicas no existen como tales. De ser así, la autonomía de la química como disciplina científica se vería seriamente cuestionada al no poder formular sus propias leyes naturales. Pero, tal como lo indica Vancik (1999), dos preguntas se presentan ante esta situación: a) ¿la química posee leyes naturales?; y b) ¿la habilidad de formular leyes es una propiedad inherente de una ciencia autónoma? Estas cuestiones plantean un interesante debate epistemológico. Mientras algunos autores consideran que las leyes y teorías químicas son leyes naturales de igual derecho y naturaleza que las leyes y teorías físicas (Vihalemm, 2003), otros señalan que los sistemas estudiados por ambas disciplinas difieren en complejidad, con lo cual sería natural pensar que las leyes y teorías del mundo químico manifiestan un carácter peculiar que las diferencia de las leyes y teorías del mundo físico (Christie y Christie, 2003).

En los últimos años, el carácter científico de la tabla periódica de los elementos ha sido objeto de un exhaustivo análisis filosófico (cf., por ejemplo, Scerri y McIntyre, 1997; Scerri, 1998 y 1991; Hettema y Kuipers, 1988).⁹ La ley periódica de Mendeleiev, una ley fundamental de la ciencia química, constituye la ley central de la tabla periódica. Sin embargo, desde la perspectiva de la física, esta ley se encuentra lejos de tener la misma estructura y precisión que las leyes del mundo físico. Quien considere que las leyes de la física deben ser admitidas como paradigma de ley natural, sin duda concluirá que la ley periódica no es una legítima ley de la naturaleza y, por tanto, admitirá la subordinación del mundo químico a la legalidad física. Pero algunos autores, si bien admiten que la ley periódica de los elementos químicos muestra una cierta vaguedad y no puede expresarse mediante una proposición, afirman que esto no significa que no se trate de una ley natural: las leyes químicas no deben juzgarse deficientes desde los estándares de la física (Scerri, 2000a).

3. IMPACTO SOBRE LA EDUCACIÓN EN QUÍMICA

En general, la química continúa siendo considerada por los estudiantes como una disciplina difícil. Ello es comprensible en la medida en que el aprendizaje de la química exige operar e interrelacionar tres niveles diferentes de pensamiento: a) el nivel macro (tangible), b) el nivel micro (atómico y mole-

⁹ La axiomatización de la tabla periódica de los elementos llevada a cabo por Hettema y Kuipers (1988) fue criticada por Eric Scerri (1997). Posteriormente, los autores presentaron una versión perfeccionada de su propuesta original (Hettema y Kuipers, 2000).

cular), y c) el nivel simbólico y matemático (Johnstone, 2000). Durante los últimos años, la investigación sobre la educación en química ha realizado grandes avances, entre ellos, la utilización de herramientas tecnológicas, la modificación de la estructura de la disciplina, la incorporación de resultados de los estudios cognitivos, el recurso al constructivismo en química, la mejora del trabajo de laboratorio, la utilización de modelos de procesamiento de la información, etc. Sin embargo, tales avances han tenido poca influencia sobre la enseñanza efectiva de la química: los libros de texto no han acompañado, en las últimas cuatro décadas, los progresos alcanzados por la pedagogía (Gabel, 1999).¹⁰

Por otra parte, el gran éxito alcanzado por la mecánica cuántica ha tenido y aún tiene un enorme impacto sobre la enseñanza de la disciplina: en particular, existe un uso creciente de los principios de la física fundamental para explicar la estructura atómica y el sistema periódico de los elementos. Este enfoque en la enseñanza solapa un aspecto que debería ser tenido en cuenta: incluso si se admite la tesis según la cual la química se encuentra esencialmente gobernada por las leyes de la mecánica cuántica, es necesario, además, enfatizar los aspectos cualitativos de los procesos químicos y la diversidad de los fenómenos químicos observados, manteniendo un balance entre los dos enfoques (Scerri, 2000a). Estas dos concepciones, ambas vigentes en la metodología de la enseñanza de la química en la actualidad, son objeto de un continuo debate en la literatura contemporánea (cf., Scerri, 1991; Gallup, 1988; Zuckerman, 1986; Sanderson, 1986; Bent, 1984; Pilar, 1981).

Frente a esta situación, la filosofía de la química puede (y debe) convertirse en un nuevo recurso para los docentes de ciencias, específicamente de química. Dado que la historia y la filosofía de la ciencia se encuentran *implícitas* en la propia química (Niaz y Rodríguez, 2001), los educadores deberían contar con los medios para hacer *explícitos* argumentos filosóficos en sus clases, junto con recursos matemáticos y físicos. Como ya ha sido demostrado empíricamente en otras disciplinas científicas, la reflexión filosófica acerca de la naturaleza del campo de estudio facilita el aprendizaje conceptual de la química por parte de los alumnos (Lombardi y Labarca, 2005b). Como afirma Scerri (2001b, p. 168): “No es suficiente entrenar a los educadores en química sólo en los contenidos de química de los cursos, y quizás brindarles algo de psicología educativa. Los docentes de química necesitan ser introducidos en el estudio de la propia naturaleza de la química”. Por ello, es deseable que los avances en la investigación de los diferentes tópicos actuales en la

¹⁰ Un análisis del estado actual de la investigación en la educación en química y, en particular, del constructivismo en química, puede verse en Scerri (2003b).

filosofía de la química, puedan tener efectos positivos sobre la educación. De este modo, los docentes podrán incorporar no sólo una nueva herramienta pedagógica, sino también, una concepción más abarcativa y profunda de su propia disciplina.

4. CONCLUSIONES

Desde el sentido común suele creerse que la filosofía y la química son disciplinas completamente ajenas entre sí. Por otra parte, en general los propios químicos consideran fútil el aporte de la filosofía a lo que ellos consideran como problemas específicos que requieren soluciones específicas. Sin embargo, esta perspectiva limita fuertemente su propio trabajo científico. El mundo químico es mucho más que reflexionar acerca de síntesis de sustancias, instrumental, ecuaciones, experimentación e informática (Scerri, 2003b). La química, como cualquier disciplina científica, posee su complejidad y sus propias peculiaridades que la caracterizan como tal. La introducción de la filosofía en la química provee una herramienta de análisis útil tanto a los químicos como a los educadores en química. Afortunadamente, durante los últimos años han comenzado a superarse los obstáculos que impedían la reflexión filosófica acerca de la química: el creciente interés de los filósofos de la ciencia ha logrado que la filosofía de la química haya adquirido un fuerte impulso, siendo la subdisciplina de más rápido crecimiento dentro de la filosofía de la ciencia contemporánea. Es de esperar, entonces, que los trabajos aportados por los filósofos de la química brinden dividendos no sólo para comprender mejor y más abarcativamente una ciencia natural como la química, sino también, para nuestra comprensión general del pensamiento científico.

BIBLIOGRAFÍA

- Benfey, T. (2002), "Reflections on the Philosophy of Chemistry and a rallying call for our discipline", *Foundations of Chemistry* 2, pp. 195-205.
- Bent, H. A. (1984), "Should Orbitals Be X-Rated in Beginning Chemistry Courses?", *Journal of Chemical Education* 61, 5, pp. 421-423.
- Bunge, M. (1982), "Is Chemistry a Branch of Physics?", *Zeitschrift fur allgemeine Wissenschaftstheorie* 13, pp. 209-223.
- Christie, J. y Christie, M. (2003), "Chemical Laws and Theories: A Response to Viale", *Foundations of Chemistry*, 5, pp. 165-174.
- Crasnow, S. (2000), "How Natural Can Ontology Be?", *Philosophy of Science* 67, pp. 114-132.

- Dirac, P. A. M. (1929), "Quantum Mechanics of Many-Electron Systems", *Proceedings of the Royal Society*, A338, pp. 714-733.
- Erduran, S. (2001), "Philosophy of Chemistry: An Emerging Field with Implications for Chemistry Education", *Science & Education* 10, pp. 581-593.
- Gabel, D. (1999), "Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future", *Journal of Chemical Education* 76, pp. 548-554.
- Gallup, G. A. (1988), "The Lewis Electron-Pair Model, Spectroscopy, and the Role of the Orbital Picture in Describing the Electronic Structure of Molecules", *Journal of Chemical Education* 65, pp. 671-674.
- Hettema, H. y Kuipers, T. A. (1988), "The Periodic Table –Its Formalization, Status, and Relation to Atomic Theory", *Erkenntnis* 28, pp. 387-408.
- (2000), "The Formalization of the Periodic Table", en *Structuralist Knowledge Representation: Paradigmatic Examples*, Poznan Studies 75, Rodopi, Amsterdam, pp. 285-305.
- Humphreys, C. J. (1999), "Electrons See in Orbit", *Nature* 401, 2 de septiembre, pp. 21-22.
- Jacoby, M. (1999). "Picture-Perfect Orbitals", *Chemical & Engineering News* 77, 6 de septiembre, p. 8.
- Jenkins, Z. (2002), "Do You Need to Believe in Orbitals to Use Them?: Realism and the Autonomy of Chemistry", *Philosophy of Science Association 18th Biennial Mtg-PSA 2002*.
- Johnstone, A. (2000), "Teaching of Chemistry – Logical or Psychological?", *Chemistry Education: Research and Practice in Europe* 1, pp. 9-15.
- Justi, R. y Gilbert, J. (1999), "A Cause of Ahistorical Science Teaching: Use of Hybrid Models", *Science Education* 83, 2, pp. 163-177.
- Kemeny, J. G. y Oppenheim, P. (1956), "On Reduction", *Philosophical Studies* 7, pp. 6-19.
- Lombardi, O. y Labarca, M. (2005a). "The Ontological Autonomy of the Chemical World", *Foundations of Chemistry*, a aparecer en número a designar.
- (2005b), "The philosophy of chemistry as a new resource for chemistry education", enviado a *Journal of Chemical Education*.
- Luisi, P. L. (2002), "Emergence in Chemistry: Chemistry as the Embodiment of Emergence", *Foundations of Chemistry* 4, pp. 183-200.
- Melrose, M. P. y Scerri, E. R. (1996), "Why the 4s Orbital Is Occupied Before the 3d", *Journal of Chemical Education* 73, pp. 498-503.
- Nagel, E. (1961), *The Structure of Science*, Harcourt, Nueva York, Brace & World.

- Niaz, M. y Rodríguez, M. A. (2001), "Do We Have to Introduce History and Philosophy of Science or Is It Already 'Inside' Chemistry?", *Chemistry Education: Research and Practice in Europe* 2, pp. 159-164.
- Ogilvie, J. F. (1990), "The Nature of the Chemical Bond-1990: There Are No Such Things as Orbitals!", *Journal of Chemical Education* 67, pp. 280-289.
- Paneth, F. (2003), "The Epistemological Status of the Chemical Concept of Element", *Foundations of Chemistry* 5, pp. 113-145. Reimpreso del *British Journal for the Philosophy of Science*, 1962, Parte I, 13, pp. 1-14, y Parte II, 13, pp. 144-160.
- Pascual, J. I., Gómez-Herrero, J., Rogero, C., Baró, A. M., Sánchez-Portal, D., Artacho, E., Ordejón, P. y Soler, J. M. (2000), "Seeing Molecular Orbitals", *Chemical Physical Letters* 321, pp. 78-82.
- Pilar, F. (1981), "Damn the Permanganate Volcanoes: Full Principles Ahead!", *Journal of Chemical Education* 58, 10, p. 803.
- Primas, H. (1983), *Chemistry, Quantum Mechanics and Reductionism*, Springer, Berlín.
- Ramsey, J. (1997), "Molecular Shape, Reduction, Explanation and Approximate Concepts", *Synthese*, 111, pp. 233-251.
- Richards, G. (1979), "Third Age of Quantum Chemistry", *Nature* 278, 5 de abril, p. 507.
- Sanderson, R. T. (1986), "Is the Theoretical Emperor Really Wearing Any Clothes?", *Journal of Chemical Education* 63, pp. 845-846.
- Scerri, E. (1989), "Transition Metal Configurations and Limitations of the Orbital Approximation", *Journal of Chemical Education* 66, pp. 481-483.
- (1991), "Chemistry, Spectroscopy, and the Question of Reduction", *Journal of Chemical Education* 68, pp. 122-126.
- (1994), "Has Chemistry Been at Least Approximately Reduced to Quantum Mechanics", *Philosophy of Science Association* 1, pp. 160-170.
- (1997), "Has the Periodic Table been successfully axiomatized?", *Erkenntnis* 47, pp. 229-243.
- (1998), "How Good is the Quantum Mechanical Explanation of the Periodic System?", *Journal of Chemical Education* 75, pp. 1384-1385.
- (2000a), "Philosophy of Chemistry: A New Interdisciplinary Field?", *Journal of Chemical Education* 77, pp. 522-525.
- (2000b), "Have Orbitals Really Been Observed?", *Journal of Chemical Education* 77, pp. 1492-1494.

- (2000c), “Realism, Reduction and the ‘Intermediate Position’”, en Bhushan, N. y Rosenfeld, S. (eds.), *Of Minds and Molecules. New Philosophical Perspectives on Chemistry*, Nueva York, Oxford University Press, pp. 51-72.
- (2001a), “The Recently Claimed Observation of Atomic Orbitals and Some Related Philosophical Issues”, *Philosophy of Science* 68, pp. S76-S78.
- (2001b), “The New Philosophy of Chemistry and Its Relevance to Chemical Education”, *Chemistry Education: Research and Practice in Europe* 2, pp. 165-170.
- (2003a), “Philosophy of Chemistry”, *Chemistry International*, mayo-junio, pp. 7-9.
- (2003b), “Philosophical Confusión in Chemical Education Research”, *Journal of Chemical Education* 80, pp. 468-474.
- (2004), “Just How Ab Initio is Ab Initio Quantum Chemistry?”, *Foundations of Chemistry* 6, pp. 93-116.
- Scerri, E. y McIntyre, L. (1997), “The Case for the Philosophy of Chemistry”, *Synthese* 111, pp. 213-232.
- Simoes, A. (2002), “Dirac’s Claim and the Chemists”, *Physics in Perspective* 4, pp. 253-266.
- Spence, J. C., O’Keefe, M., Zuo, J. M. (2001), “Have Orbitals Really Been Observed?”, *Journal of Chemical Education* 78, p. 877.
- Tomasi, J. (1999), “Towards ‘Chemical Congruence’ of the Models in Theoretical Chemistry”, *Hyle* 5 (2), pp. 79-115.
- Trindle, C. (1984), “The Hierarchy of Models in Chemistry”, *Croatica Chemica Acta* 57 (6), pp. 1231-1245.
- Tsarpalis, G. (1997), “Atomic and Molecular Structure in Chemical Education”, *Journal of Chemical Education* 74, pp. 922-925.
- Vancik, H. (1999), “Opus Magnum: An Outline for the Philosophy of Chemistry”, *Foundations of Chemistry* 1, pp. 242-256.
- Vanquickenborne, L.G., Pierloot, K. y Devoghel, D. (1989), “Electronic Configuration and Orbital Energies: The 3d-4s Problem”, *Inorganic Chemistry* 28 (10), pp. 1805-1813.
- Vemulapalli, G. K. y Byerly, H. (1999), “Remnants of Reductionism”, *Foundations of Chemistry* 1, pp. 17-41.
- van Brakel, J. (1986), “The Chemistry of Substances and the Philosophy of Mass Term”, *Synthese* 69, pp. 291-323.
- (1997), “Chemistry as the Science of the Transformation of Substances”, *Synthese* 111, pp. 253-282.

- (2000), “The Nature of Chemical Substances”, en Bhushan, N. y Rosenfeld, S. (eds.), *Of Minds and Molecules. New Philosophical Perspectives on Chemistry*, Nueva York, Oxford University Press, pp.162-184.
- Vihalemm, R. (2003), “Are Laws of Nature and Scientific Theories Peculiar in Chemistry? Scrutinizing Mendeleiev’s Discovery”, *Foundations of Chemistry* 5, pp. 7-22.
- Wang, S. G. y Schwarz, W. H. E. (2000), “On Closed-Shell Interactions, Polar Covalences, d Shell Holes, and Direct Images of Orbitals: The Case of Cuprite”, *Angewandte Chemie Int. Edition* 39, pp. 1757-1762.
- Weininger, S. J. (1984), “The Molecular Structure Conundrum: Can Classical Chemistry be Reduced to Quantum Chemistry?”, *Journal of Chemical Education*, 61: 939-943.
- Wooley, R. G. (1978). “Must a Molecule Have a Shape?”, *American Chemical Society* 100, pp. 1073-1078.
- (1985), “The Molecular Structure Conundrum”, *Journal of Chemical Education* 62, pp. 1082-1084.
- Yam, P. (1999), “Seeing the Bonds”, *Scientific American* 281, noviembre, p. 28.
- Zuckerman, J. J. (1986), “The Coming Renaissance of Descriptive Chemistry”, *Journal of Chemical Education* 63, 10, pp. 829-833.
- Zuo, J. M., Kim, M., O’Keefe, M., y Spence, J. C. H. (1999), “Direct observation of d-orbital holes and Cu-Cu bonding in Cu₂O”, *Nature* 401, 2 de septiembre, pp. 49-52.
- Zurer, P. (1999), “Chemistry’s Top Five Achievements”, *Chemical & Engineering News* 77, 29 de noviembre, pp. 38-40.

CONSTRUIR ESPACIOS INNOVATIVOS: LA EXPERIENCIA DEL TRABAJO DE LA “CONFEDERAZIONE NAZIONALE ARTIGIANATO” CON LOS FABRICANTES DE GUANTES DE NAPOLI

PATRICIO NARODOWSKI* | NICOLA CAMPOLI**

RESUMEN

En este trabajo se analizan los elementos fundamentales del enfoque de “los sistemas locales” como un modo de entender las formas asociativas que se dan entre empresas y su impacto en la generación de procesos innovativos, en una ciudad como Napoli, donde estas experiencias nunca han sido generalizadas, sino que se dan muy limitadamente. Específicamente, se estudió el trabajo que la “Confederazione Nazionale Artigianato” (CNA) realiza con un sector muy tradicional: el de los artesanos fabricantes de guantes, y el consorcio que un grupo de ellos ha formado. El caso es interesante porque en un contexto difícil esta entidad está intentando revertir años de escasa movilización.

PALABRAS CLAVE: INNOVACIÓN, DESARROLLO, TERRITORIOS, CONSORCIO

El abordaje utilizado asigna importancia a los procesos particulares en la construcción del espacio. La idea central consiste en la necesidad de generar experiencias por incipientes y acotadas que sean, como primer paso para estimular la proliferación de procesos innovativos más profundos, teniendo en cuenta los parámetros que provienen del contexto, considerados fijos en el corto mediano-plazo.

Interesa el enfoque de los “sistemas locales” debido a la influencia que éste tiene en el debate actual sobre las políticas de desarrollo. Interesa también considerar su posible utilización en situaciones desfavorables, por lo cual es posible leer este análisis también como un aporte para pensar estrategias en países como la Argentina, donde el tejido industrial muestra grandes problemas y las instituciones no parecen estar a la altura de las necesidades de cambio.

* Universidad Nacional de La Plata. Doctorando de la Universidad L’Orientale de Napoli

** CNA, Provincia de Napoli

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo reside en analizar los elementos fundamentales del enfoque de “los sistemas locales” como marco para entender las formas asociativas que se dan entre empresas y su impacto en la generación de procesos innovativos en una ciudad como Napoli, donde estas experiencias nunca han sido generalizadas, sino que son más bien incipientes (Belussi, 1997). Si bien es difícil delimitar el enfoque de los sistemas locales, se considerarán los trabajos enmarcados en los primeros aportes de Bagnasco y los del conjunto de teóricos italianos de los distritos industriales,¹ principalmente relacionados con el pensamiento del mencionado Bagnasco, Rullani y Becattini (Bramanti y Maggioni, 1997).

Como trabajo de campo se estudió el trabajo que la “Confederazione Nazionale Artigianato” (CNA) realiza con un sector muy tradicional como es el de los artesanos fabricantes de guantes, que derivó en la conformación de un consorcio. Esta institución, de alcance nacional, es una de las tres entidades representativas de empresas pequeñas y medianas con importancia en Napoli. Luego de un largo período de escaso dinamismo, en los últimos años demuestra haber mejorado la calidad de su tarea y renovado su lógica interna.

El enfoque de los “sistemas locales” es importante en la medida en que representa una alternativa al análisis neoclásico de la empresa y sus relaciones, poniendo énfasis en la innovación como proceso social que se desenvuelve en un determinado territorio. La heterogeneidad es un elemento clave, la historia de la firma y su entorno —en el que están las instituciones— no es un elemento estático, sino evolutivo, que puede transformarse en un valor positivo en términos de competitividad.

Además, si bien el fenómeno de los distritos en el centro-norte aparece como un proceso espontáneo, el análisis ha dado lugar a una nueva aproximación a las políticas de desarrollo y un conjunto de prescripciones a ser aplicadas en situaciones desfavorables desde el punto de vista de la capacidad de las empresas y las instituciones, como es el caso de la situación del contexto napolitano.

Justamente, el de los fabricantes de guantes es un caso interesante en el sentido de que representa uno de los tantos nuevos emprendimientos asociativos que se están produciendo en el sur de Italia, en el que puede apreciarse que efectivamente evoluciona hacia formas de red, que hay elementos evolutivos positivos, mientras se verifica que las dificultades, en este tipo de contextos, son enormes.

¹ A los efectos de este documento, no se analizan otras vertientes del enfoque, como las del grupo GREMI (Groupment de Recherche Européen sur les Milieux Innovateurs)

Resulta además atractivo analizar el esquema teórico para pensar estrategias en los países de América Latina, específicamente la Argentina, donde la temática del desarrollo local y la utilización del enfoque de los distritos en particular, están en el centro del debate (Boisier, 1997). Se intenta discutir el enfoque teórico e individualizar desde allí elementos que pueden servir para entender las dificultades que existen en el desarrollo de sistemas de empresas y proponer estrategias.

El trabajo se organiza de la siguiente manera: en el primer apartado se definen y enmarcan los procesos innovativos y el rol del territorio, específicamente de las ciudades, a la luz del enfoque de los “sistemas locales”. Luego se realizan algunas consideraciones sobre definiciones conceptuales, que después serán utilizadas en la evaluación del caso. En el punto 2 se hace un análisis de las características del contexto donde actúan las empresas meridionales y el perfil productivo de las mismas, con especial énfasis en los problemas institucionales, en la falta de una lógica innovativa y en la influencia de dicho contexto sobre la vida de las firmas, los problemas y las potencialidades. En el punto 3 se analizan a las empresas mismas, sus estrategias, los resultados obtenidos, los cambios observados en los últimos años, con especial acento en la capacidad competitiva y la actitud asociativa. En el punto 4 se exponen los elementos clave de la estrategia propuesta, basados en la importancia que se asigna a los procesos particulares en la construcción del espacio y a una particular forma de avanzar operativamente. La idea central se basa en la necesidad de generar experiencias, independientemente de lo incipientes y acotadas que sean, como primer paso para estimular la proliferación de procesos innovativos más profundos, más allá de las instituciones tradicionales y más allá de los incentivos formales. La valorización del consorcio surge como un instrumento concreto útil para implementar este tipo de estrategia, entre lo público y lo privado.

En el punto 5 se aborda el caso de los fabricantes de guantes del centro histórico de Napoli con una mirada sistémica: las empresas, el entorno productivo que las rodea, la relación con el resto de las instituciones, el proceso evolutivo del grupo desde sus inicios y los problemas que surgen para valorizar una actividad donde la clave es la historia, la cultura, una habilidad manual, elementos todos difíciles de transmitir que representan la ventaja del sector respecto de sus competidores.

En las conclusiones, a partir de los elementos de análisis de los teóricos de los “sistemas locales” aplicados a una realidad metropolitana como Napoli, se intenta analizar las potencialidades, los problemas y los límites del trabajo institucional para el estímulo de la asociatividad y el impacto que ge-

neran en el resto de los actores y de los sectores productivos, incluso en la vida institucional de la ciudad, como parte de la construcción del espacio competitivo.

1. LA INNOVACIÓN COMO PROCESO SOCIAL Y LA IMPORTANCIA DE LOS CONTEXTOS

Como se ha mencionado en la introducción, se parte en este trabajo del análisis del enfoque de los sistemas locales, una aproximación teórica que ha ido evolucionando. Inicialmente, Becattini (Bramanti y Maggioni, 1997) definió el distrito industrial como una unidad socio-territorial caracterizada por la presencia activa en un área territorial circunscripta, natural e históricamente determinada, de una comunidad de personas y una población de empresas industriales. Esto supone que comunidad y empresas tienden a interpenetrarse, lo que genera un mix de cooperación y de competición que constituye un proceso único de generación de conocimiento y de innovaciones. Este proceso define la dimensión de la fortaleza local (Bramanti y Maggioni, 1997).

Operativamente, se concibe la innovación como un proceso endógeno de incorporación de conocimientos, que generalmente tiene resultado si se hace con firmas interrelacionadas internamente entre sí y abiertas a las demandas de los mercados (Nonaka, 2000; Rullani E., 1994). Es endógeno en el sentido de que el proceso de innovación requiere valorar la experiencia de las empresas y sus capacidades, no sólo individuales sino consideradas en conjunto. La relación con el entorno es una exigencia (Kline y Rosemberg, 1986; Naclerio, 1999), el trabajo en red de empresas e instituciones es un tema central.

Desde este punto de vista, el territorio (el lugar geográfico de la comunidad y de las empresas) se configura como premisa y resultado de las dinámicas de aprendizaje localizado, proceso que el territorio acoge y contiene (Rullani, 1997). Sin embargo, a partir del fenómeno de la globalización, el territorio no es una entidad cerrada (Conti, 2000), sino un espacio que permite optimizar la mejor absorción del conocimiento que el mundo provee y de participar en la generación de conocimiento mundial a partir del entramado de relaciones y la interacción entre agentes (Rullani, 1997).

En el “territorio cerrado” existía un cierto equilibrio entre tradición y modernización, entre interior y exterior, entre conocimiento contextual y conocimiento codificado; en el “territorio abierto” este proceso sufre perturbaciones continuas, relacionadas con la inestabilidad de la relación con el exterior. Se trata de reelaborar la identidad –o las identidades– local sin que ésta

pierda su esencia. Se trata de una visión de la relación entre globalización y territorio donde los más débiles siempre tienen alguna posibilidad de sobrevivir si el proceso de interacción sirve para la construcción de diferencias y especialidades (Narodowski, 2002).

Este rol del conocimiento y del contexto es una reformulación del aporte realizado por los economistas evolucionistas (Conti, 2000), aplicado a los territorios. Tal vez debido a la influencia de la microeconomía, los límites que genera la macro y la situación institucional han sido desatendidos. Algunos autores introducen el concepto de meso-economía, pero éste no está claramente definido y tampoco se ha avanzado en modelos donde micro-meso-macro interactúan dinámicamente. Se corre así el riesgo de caer en un círculo vicioso en el que se debe tener un contexto ordenado para potenciar una micro eficiente, teniendo en cuenta que la micro eficiente parece un requisito para ordenar la macro. En el evolucionismo, autores como Dosi y Metcalfe (2003) han desarrollado modelos dinámicos de este tipo, pero que no han sido incorporados a la bibliografía de los territorios, quizás debido a que su grado de abstracción y su complejidad atentan contra su utilización práctica.

Por otro lado, el abordaje que se hace desde el territorio incorpora una temática central: la de los fundamentos de las relaciones sociales que se dan en cierto contexto, problema a veces descuidado por los economistas. El estudio de la lógica territorial incluye elementos que pueden ser económicos, políticos, lingüísticos, culturales o tecnológicos (Poma, 2000). En general, la aproximación que se utiliza parte de la visión sistémica de la biología, aunque también se cita a otros autores como Geertz y Habermas (Conti, 2000). Otra fuente que se ha considerado son los trabajos sobre capital social de Putman y, en los últimos años, de Coleman o Granovetter. Storper (1997) y también Meldolesi (1998) han analizado la cuestión a partir de los conceptos de “voice”, “exit” y “loyalty” de Hirschman.

De todos modos, el enfoque suscita polémica. La mayor dificultad se relaciona con una aproximación tal vez demasiado optimista por parte de alguna bibliografía respecto de “lo que es posible hacer desde el territorio”. Sin embargo, en la bibliografía aparecen conceptos como el de la erosión de las dotaciones, situaciones de “lock in” en Arthur, o la idea de sustitución típica de Porter, un fenómeno –muchas veces conocido como la desventaja de tomar la iniciativa– (Maskell y Malmberg, 1997) por el cual una región tiende a desarrollar en el tiempo instituciones que obstaculizan el éxito futuro como resultado de decisiones importantes.

Por su parte, Camagni y Capello (1997) mencionan el peligro de la periferización económica, y también el de una periferización geográfica, debido

al peso de los factores institucionales y a las orientaciones territoriales del desarrollo de largo plazo, que privilegian otras áreas; a esto se suma un riesgo cultural y psicológico, ya que en ausencia de una fuerte empresariedad se puede recurrir al uso asistencial del gasto público y el ulterior debilitamiento de la actividad y de las creatividades locales. A esta situación Bianchi y Compagnino (1997) suman la reaparición de jerarquías.

A partir de lo expresado, este documento considera que la que proponemos puede ser una metodología de análisis apropiada ya que incorpora los supuestos sistémicos al análisis de la innovación, recupera la heterogeneidad, lo hace desde una perspectiva territorial interesante, permite analizar potencialidades, pero también causalidades. Se trata de analizar caso por caso, sin prejuicios.

LA CIUDAD COMO SOCIEDAD LOCAL ²

En el caso bajo análisis interesa el contexto metropolitano. Aunque es cierto que los casos exitosos de distritos originalmente se dieron en ciudades intermedias, diversos teóricos de los sistemas locales han tratado de estudiar los contextos metropolitanos con la misma lógica. Debe tenerse en cuenta que, según el mencionado Bagnasco (1999), si bien durante la década de 1980 se observa en Europa la aparición de ciudades intermedias muy dinámicas, en la década de 1990 hay un incremento de la importancia de las comunas centrales de las grandes áreas metropolitanas, proceso que se asocia con el ya citado pasaje del “territorio cerrado” al “territorio abierto”. La metrópoli vuelve a tener un rol clave en esa relación global-local, que aparece como central en esta etapa. Resta preguntarse: ¿cómo es ese proceso innovativo, la circulación de conocimiento en un contexto metropolitano? ¿Existe esa comunidad?, ¿o son muchas las comunidades? ¿Existen posibilidades de que la mencionada interpenetración entre actores se produzca?

Siempre con Bagnasco (1999), la ciudad debe entenderse como una institución social, un dispositivo que permite multiplicar y organizar la interacción directa o indirecta entre los actores. En la era de la globalización, puede considerarse que debido a la acumulación de capital reflexivo la metrópoli, en su complejidad, presenta las mejores condiciones para generar circulación de conocimiento, innovación, la posibilidad de competir en el mundo. Aunque aparentemente caóticas, las relaciones que se dan en la metrópoli funcionan como activos productivos de un valor enorme (Storper, 1997).

² Se ha aprovechado el título de un capítulo de un libro de Bagnasco (1999), tal vez uno de los más citados en los últimos años en el debate sobre sistemas locales.

En cuanto al tipo de relaciones que pueden establecerse en el contexto metropolitano, debe considerarse que los procesos sociales en la ciudad son parte de una tendencia de más largo plazo que se inicia con la urbanización misma. La vuelta a “lo local” de la globalización no puede revertir el efecto de la metropolización; cualquier análisis debe contemplar el hecho de que la metrópoli se constituye como una vasta red compleja de identidades nodales. No hay menos relaciones, sino que éstas son distintas. Volviendo a Storper (1997), hay que entender las diversas esferas particulares de reflexividad económica localizadas y la forma en que esas acciones son coordinadas por relaciones y convenciones.

Lo cierto es que en la metrópoli, el mix entre tradición y modernización, entre interior y exterior, entre conocimiento contextual y conocimiento codificado, es mucho más dinámico, pero al mismo tiempo segmentado y contradictorio. Éste es el caso de Napoli, del que nos ocuparemos en el estudio de campo.

En síntesis, debido al enfoque planteado sobre la ciudad, es claro que ésta es el resultado de un proceso construido históricamente, donde las relaciones son un capital incremental (Belussi, 1997). Para captar estos vínculos es fundamental el análisis de formas identitarias, institucionales y organizativas parciales, a veces limitadas a grupos específicos de actores, con su propia historia. Por eso hemos abordado el caso de los fabricantes de guantes. El consorcio que han podido organizar es una manifestación de esa experiencia acumulativa que se propone analizar este trabajo.

2. LOS PROBLEMAS DE DESARROLLO DEL SUR COMO CONDICIONANTES CLAVES DEL CONTEXTO

Se sabe que hay diferencias notables entre regiones y que ellas pueden ampliarse justamente por los grados de apertura y de debilitamiento actual del esquema del Estado-nación, a partir del nuevo equilibrio entre gobierno supra-nacional y regiones (Poma, 2000). Analizaremos a continuación el contexto en el sur.

A) CAUSAS

Naturalmente, el debate sobre cuestiones meridionales ha generado siempre grandes controversias. Aquí se hará un comentario útil para entender las propuestas de política. Por un lado, existe la explicación que atribuye el problema a causas históricas de larga data, muy relacionadas primero con la dominación española y luego con el proceso de unificación de la República Italiana (Beccatini, 1998). Esta hipótesis se vincula con los profundos cambios

en la forma de vida impuestos por la unificación, las formas de resistencia que nacieron en esa época, las alianzas surgidas de esa resistencia. Argumentos de este tipo parten de las raíces históricas e incluyen un complejo entramado de causas y consecuencias económicas y también culturales e institucionales.

Una posición para nada incompatible con dicho planteo es la que considera que debido a la presencia de incentivos equivocados se han generado esquemas de regulación política en el nivel local que explican la existencia de una forma anómala de crecimiento. Las continuas transferencias y el modo de realizarlas generaron un fenómeno en el cual la capacidad de producción en el Mezzogiorno ha sido siempre menor que la capacidad de gasto, ya que esta última se encuentra impulsada por las transferencias del resto del país, por la existencia de trabajo irregular (la presencia de estos trabajos hace que la familia tenga garantizada su capacidad de gasto, pero de ninguna manera garantiza la capacidad productiva de la región) y por el mayor poder adquisitivo de la moneda (los productos generalmente son más baratos). Por eso hay una demanda cubierta prácticamente en su totalidad por bienes importados de otras regiones, con escasa participación en la oferta de los productos regionales, lo que implica una capacidad productiva subdesarrollada, escasas necesidades de innovar y pocas posibilidades de expansión (Latella, 1998). Éste sería el elemento clave para la confirmación de una institucionalidad ineficiente y para explicar el fenómeno de la corrupción, origen, además, de la cultura rentista-especulativa del sur y de su individualismo.

En este sentido, las relaciones internas y externas de la empresa, es decir, el contexto histórico (lo cual incluye elementos de dominación y sus consecuencias socioculturales) y fundamentalmente la estructura económica, explican la forma y la capacidad de apropiación (producción), la forma de desarrollo de las empresas (la innovación) y el intercambio (el mercado) de los recursos; esas interacciones generan además normas de comportamiento duraderas en el tiempo, tácitas y explícitas. Se trata de elementos que surgen de la historia, que condicionan la evolución de las firmas y que determinan los proyectos políticos regionales (Brusco, 1997).³ Dicho de otra manera, se trata de un círculo (que puede ser virtuoso pero también vicioso) que se retroalimenta. Puede producirse una retroalimentación negativa a través de la perpetuación de las relaciones de factores que limitan u obstaculizan el cambio y la generación de mejoras, no sólo para la empresa sino también para la comunidad en general (Boscherini-Poma, 2000).

³ Desde este punto de vista, en nada se comparte la posición que atribuye la situación de desventaja del sur con respecto a otras regiones italianas en el ámbito de la producción de bienes a la existencia de una inferioridad intrínseca, incluso intelectual.

B) CONSECUENCIAS

LA INDUSTRIALIZACIÓN LIGERA Y SU IMPACTO

Si bien no se profundizará este aspecto clave, es importante puntualizar algunas consecuencias. Un elemento central reside en la escasa aglomeración de empresas en sectores dinámicos, el predominio de pequeñas empresas –la mayoría informales–, la operación en mercados reducidos y la producción de bienes tradicionales, simples, con escaso contenido innovativo. Además, las empresas muestran una fuerte integración vertical, por lo que en el mejor de los casos (el de las empresas exitosas) el derrame territorial es pobre. Es por ello que se observa escasa tercerización local y mucho trabajo para terceros fuera de la región.

Lo que aparece, más que innovaciones, son cambios técnicos derivados de un proceso de mayor automatización en términos individuales y no colectivos. En este sentido, puede observarse un aumento de la productividad que no se traduce en un crecimiento generalizado del conjunto de la región, sino que sólo expresa la necesidad de recuperar productividad y eficiencia. La lógica de localización de las empresas en este contexto es la tradicional, determinada por la disponibilidad de infraestructura y de materias primas, especialmente, y de un mercado importante como el de las grandes ciudades del sur. No ha habido históricamente un aprovechamiento de las economías de aglomeración.

El desempleo es una variable fundamental y se explica por cuestiones de tipo estructural, entre las cuales pueden mencionarse las deficiencias de la estructura productiva, el crecimiento y composición de la población en edad de trabajar y el aumento de la tasa de actividad, en especial femenina (Lately, 1998). En la oferta laboral hay problemas de calificación, junto con la imposibilidad de sostén de parte de la familia, elementos ambos que condicionan la búsqueda de trabajo y el surgimiento, entonces, de una dinámica laboral asfixiada que deprime el entorno.

EL ESCASO TRABAJO EN RED Y LA CALIDAD INSTITUCIONAL

En el nivel territorial se verifica una escasa confianza entre los empresarios y una excesiva tendencia al individualismo. Esta conclusión aparece en la mayor parte de los trabajos de campo realizados bajo la coordinación del profesor Meldolesi y la profesora Baculo, en la Universidad Federico II de Napoli (UniNa),⁴ cuyo relevamiento puede consultarse en un documento anterior (Narodowski, 2002). En los relatos de los propios empresarios, se

⁴ Para abreviar, llamaremos a este equipo Grupo Meldolesi.

atribuyen los fracasos a la desconfianza recíproca y a la imposibilidad de ejercer liderazgos, cuestión que se profundiza por la existencia de una importante economía no declarada, pues la falta de confianza es mayor cuando los empresarios ocultan toda o una parte de su actividad.

El problema institucional se podría sintetizar en la debilidad de la relación entre lo público y lo privado y de las organizaciones de la sociedad civil, hecho que se manifiesta en una gran separación entre el apoyo público y las realidades locales: la relación entre empresarios y políticos es la típica de sociedades clientelares y hay un vínculo limitado del empresario con el sistema institucional, que es reemplazado por la relación con el operador político local. Esto último puede interpretarse como un claro canal informal de relaciones, lleno de mensajes tácitos, donde prevalece una suerte de contrato entre ambos, basado en la confianza recíproca, pero con fines espurios y en el cual las instituciones formales no participan (Meldolesi, 1998).

Se observa una administración pública ineficiente y poco transparente. Muchos empresarios que rechazan al Estado exigen un cambio total, pero sus demandas son inestables, muchas veces oportunistas y de baja calidad. Desde esta perspectiva, se proponen soluciones relacionadas con una mayor intervención de las fuerzas del mercado (Del Monte, 1996) y una mayor confianza en la autonomía local (Brusco, 1997).

Las Cámaras no han sido representativas de los empresarios, no existe credibilidad y por su parte los empresarios no quieren ni oír hablar de las instituciones tradicionales. Algunas han participado de toda la lógica descripta, otras han quedado al margen, con escasas tareas de animación. De las entrevistas realizadas y de la observación directa surge que la CNA tiene la virtud de encontrarse entre las que optaron por la segunda alternativa, lo cual se observa en el tipo de relación establecida con los fabricantes de guantes.

3. LOS EMPRESARIOS Y EL CONTEXTO

CUADRO DE SITUACIÓN

En su intento por captar esas especificidades de raíz histórica que mencionáramos, Meldolesi (1998) incorpora “desde el sur” los elementos sugeridos por Brusco para captar las particularidades locales: “hay que alejarse un poco de la economía, del razonamiento centrado en el *homo economicus* y comenzar a privilegiar aspectos que los economistas suelen no tener en cuenta: el civismo, la moralidad, la psicología individual y colectiva”. Según él, prevalece en el sur una sociedad que considera su forma de actuar como la única posible, frente a la proliferación de sujetos que se mueven alrededor de las rentas buscando sobornos, recomendaciones, favores burocráticos, etc. Se

trata de una realidad en la que lo productivo es mucho menos importante de lo que podría ser, y, en cambio, son muy fuertes los mecanismos que tienden a reproducir el rol de las figuras tradicionales como patrón de desarrollo. De alguna manera, sólo las antiguas instituciones hacen posible el acceso a favores y privilegios personales para mejorar la situación individual.

Las características de la cultura y de la identidad construidas en la acción a través del tiempo determinan un tipo de sociedad que se reproduce en esos mismos comportamientos, adquiriendo fortalezas o buscando las posibilidades para el cambio. A continuación se analizan algunos de estos comportamientos.

En primer lugar, la fuerte individualidad en los integrantes del sistema, que no entablan con frecuencia relaciones de colaboración y cooperación. Pese a que se reconocen los comportamientos colaborativos como una buena aproximación a las soluciones, sin embargo, la cultura de la asociación y de la organización colectiva en el Mezzogiorno se encuentra escasamente desarrollada y surge únicamente de intenciones particulares, lo que se comprobará en las dificultades iniciales para la conformación del consorcio de los fabricantes de guantes.

De la misma manera, tiende a verse como algo positivo la formación de asociaciones de entes públicos y privados que trabajen para el desarrollo de la región a través de la provisión de servicios relacionados con necesidades materiales, pero toda esta actividad exige una gran energía, que no se realiza debido a la hipótesis de que es muy difícil que algo se realice, y las dificultades de la relación entre los empresarios y la CNA y entre ésta y el Estado regional son una prueba de la situación existente.

En segundo lugar, se observa una fuerte tendencia conservadora. Por lo general, en las empresas prima la gestión familiar, lo que si por un lado funciona como factor de desarrollo, al mismo tiempo provoca que lo empresarial se vea muy influido por lo tradicional y como lo tradicional es fuertemente conservador, ello se transforma en un obstáculo para la innovación, característica propia de la industrialización ligera.

La posibilidad de encarar procesos innovativos se encuentra fuertemente condicionada por las actitudes de la familia, a veces poco proclives al cambio y al riesgo. Tampoco se advierte una separación clara entre el dueño de la empresa y el que la dirige, función ésta muy subestimada dada la centralidad que adquieren para este tipo de empresarios las tareas del taller (De Vivo, 1998). El resultado de todo esto son empresas que tienden a mantener la posición lograda más que a desarrollar nuevas formas de competitividad. Sin embargo, como veremos luego, lo familiar puede resultar una clave positiva, pero ello exige una valorización positiva y dinámica de la tradición que no

siempre se ha intentado en tanto la familia ha sido un elemento clave de las relaciones antes descritas.

En ese contexto, el hecho de que una empresa se independice de su gran cliente no asegura un nuevo perfil innovativo (Meldolesi, 1998). Hay mucho temor a la pérdida de control por parte de la familia en manos de agentes externos que poseen los conocimientos y las capacidades para desarrollar un tipo de gestión diferente, lo que igualmente incide en la tercerización de la producción, que sólo aparece cuando median importantes estímulos económicos. El diseño de productos es una función que, como es el caso de otras, no es realizada por personal especializado, sino que es una actividad más que concentra el empresario. Generalmente, no se trata de creaciones o de innovaciones, sino de copias e imitaciones de modelos exitosos de otras empresas, pertenecientes o no a la zona. Los profesionales externos que desarrollan este tipo de actividades son poco numerosos y mal calificados y la reticencia del empresario a demandar los servicios de estas personas no contribuye a que estos aspectos puedan desarrollarse territorialmente. Algunos avances se logran con una fuerte tarea de animación, pero, por ejemplo, en el caso bajo análisis se observan dificultades para realizar actividades conjuntas, más allá de los proyectos de comercialización específicos. Los fondos para incentivar la relación entre empresas y universidades o centros de investigación han sido siempre escasamente utilizados, aunque actualmente se observan avances interesantes.

POSIBILIDADES DE CAMBIO: ELEMENTOS EXÓGENOS Y ENDÓGENOS Y PROPUESTA DE POLÍTICA

Pese a que el diagnóstico es delicado, existen en la actualidad una cantidad de elementos positivos que deben ser mencionados. En primer lugar, es claro que la apertura hacia Europa y la semi-desregulación han roto la existencia de un mercado cautivo en el sur, que representaba buena parte de las ventas de las empresas de la economía oculta. Además, hay un ambiente general mucho más innovativo y una serie de políticas que lo impulsan. En este sentido, Báculo (1994) plantea que en los últimos tiempos, debido a la presión empresarial, se ha evidenciado claramente la formación de ciertas instituciones que persiguen el objetivo de aumentar la cooperación a través de la prestación de servicios-mercado y no-mercado, entre los que se incluyen la disposición de información, la provisión de cursos de capacitación para desocupados y servicios destinados a facilitar el acceso al crédito.

En segundo lugar, en el nivel local, a pesar del contexto analizado, subyace la existencia de una capacidad emprendedora latente en los empresarios meridionales, y se supone que ya existen áreas-sistemas que comparten la es-

pecialización productiva y/o por producto en distintos sectores, y que de continuar su desarrollo podrían representar las bases para un crecimiento como el impulsado en el centro-norte italiano. Ayuda en este aspecto el recambio generacional, pues entre los más jóvenes se ha desarrollado una importante red de cooperación basada en la confianza, y es en este grupo donde parece estar centrada la clave del futuro (Caianiello *et al.*, 1998).

En efecto, según todos los relevamientos de campo (Narodowski, 2002), la tendencia al cambio proviene de las nuevas generaciones empresarias, un poco más alejadas de los intereses políticos y con un nivel de instrucción más alto, lo que permite contar con una mayor capacidad de gestión ante la burocracia. Son ellos además quienes intentan procesos de blanqueo y se inclinan por rescatar los aspectos positivos de la intervención del Estado, razón por la cual se toman el trabajo de presentar proyectos en los fondos para innovación, exigir eficiencia, etcétera.

En tercer lugar, debe tenerse en cuenta que en el nivel institucional es central el rol jugado por diversos actores que, desde sus posiciones profesionales, han ido generando una sensación de que este tipo de enfoque es “válido”. Es decir, todo este esfuerzo no puede llevarse a cabo “fuera de contexto”: algunos desde la Universidad de Napoli (se trata en realidad de varios animadores de actividades, instrumentos, consorcios, etc., economistas del Grupo Meldolesi), gente en la “Regione”, alguno en la Provincia, uno en la CNA, han ido generando un cierto consenso.

A partir de este diagnóstico, la propuesta es avanzar (no iniciar) en un proceso de descubrimiento y revalorización de las capacidades y potencialidades existentes. No se trata sólo de un cambio económico, sino también de un cambio cultural que promueva la vida asociativa, la participación y el espíritu empresario, innovativo y emprendedor, en toda la región. No queda claro el cómo, aunque Meldolesi (1998), como ya mencionáramos, plantea elementos hirschmanianos, tales como “voice” y “exit”, participar de un proceso que contribuya a construir soluciones a partir del razonamiento moral y material de la misma región, en una especie de autoanálisis cuyo fin es que en ese contexto los agentes, sus organizaciones y el propio Estado comiencen a verse a sí mismos como capaces de un proyecto de cambio.

El *approach* pone énfasis en la necesidad de considerar la gran diversidad sociocultural que caracteriza al Mezzogiorno; el punto central es lograr una combinación tal que permita aprovechar las posibilidades de participación en el mercado mundial con las características positivas del desarrollo local, teniendo siempre en cuenta que los cambios culturales requeridos no pueden ir en contra de la propia forma de vida, es decir, respetando la historia. En este proceso, las instituciones deben jugar el rol de catalizadores.

Por otro lado, se sostiene que la única forma de conseguir el capital social es alimentándolo a través de su utilización. Cuando se plantea que hay que “buscar lo que está oculto” se propone un trabajo minucioso que se basa en una verdadera y profunda confianza en los elementos endógenos y en la paulatina aparición de múltiples sujetos traccionadores del cambio –la clave para que las instituciones puedan ser catalizadoras–, en una interpretación que dista de la versión tradicional de liderazgos. Se proponen nuevas formas de articulación y el funcionamiento conjunto de todos los agentes económicos de la región, elementos que pueden contribuir a crear las condiciones necesarias para el desarrollo.

Un proceso tan heterogéneo sólo es posible a través del establecimiento de acuerdos de trabajo en red entre los diversos sujetos –públicos y privados– y con diversos objetivos, desde un proyecto específico hasta un proyecto estratégico de largo plazo, tratando siempre de incrementar la confianza –que en este enfoque es un valor acumulativo–, fomentar la participación, reflexionar acerca de los métodos y los contenidos de las acciones en conjunto y de las políticas, establecer mecanismos de control a la acción pública, construir el sistema local de innovación. En este contexto teórico se analizan luego los consorcios.

LAS MANCHAS DE LEOPARDO

En función del debate teórico expuesto, se discute con mucha intensidad cuánto se avanza en el sur en la construcción de las diversas instancias asociativas. En general hay cierta coincidencia con respecto a la hipótesis de que los casos positivos aumentan, son experiencias “a mancha de leopardo” pero también un estímulo para continuar con estrategias de este tipo.

Según Vesti (2000), la red existente es menos amplia que en el centro-norte pero mucho más compacta que lo que pueda imaginarse. Un relevamiento de iguales características y con hipótesis semejantes ha sido realizado por el grupo de Meldolesi y Báculo y puede ser visto, sintetizado y traducido al castellano, en Narodowski (2002).

En una línea similar, Punzo y Villani (2002) plantean que “la imagen monolítica y estereotipada de un sur italiano pobre y vago se interrumpe bruscamente en las zonas de Abruzzo, Sicilia y la Basalicata, donde se pueden ver realidades productivas particularmente dinámicas y vivaces”. En el mencionado trabajo se hace referencia a un documento del ISTAT sobre el intercambio comercial de las regiones, que demuestra un crecimiento de las exportaciones meridionales del 27,3%, y un documento del Censis donde se demuestra la importancia de los sistemas locales en esas exportaciones así como un fenómeno incipiente de internacionalización productiva de las PMI del

sur. En este tipo de planteos se observa una valorización muy ubicada de las realidades observadas en cuanto al tejido productivo y de relaciones entre los agentes y un reconocimiento de las limitaciones existentes. Veremos en la segunda parte del trabajo qué sucede en el caso de los fabricantes de guantes.

4. LA CONSTRUCCIÓN DE LAS REDES. PUNTOS CENTRALES

A partir del enfoque planteado, el impulso a formas de colaboración aun en contextos territoriales difíciles es un proyecto político que parte de la idea de la necesidad de una acción desde abajo, que, acorde con la historia, intenta reestructurar la red de relaciones locales existente y reorientarla en función de la competitividad del sistema local.

Por eso un elemento central es la relación entre los actores. En principio, se supone, como vimos, que la confianza es un recurso escaso en algunos sectores, razón por la cual este enfoque procura la generación de al menos un primer nivel de confianza que luego debe desarrollarse, superándose. Ésta crece en el contexto de un proyecto político que permita crear un espacio propio, basado en la autonomía, con todo el esfuerzo de gestión que esto implica. Con el tiempo, recreando el clima de confianza entre los empresarios de un mismo sector, se logran buenos resultados en el plano de la colaboración e incluso proyectos de trabajo.

Hay mucho espacio para realizar actividades, los “buenos empresarios” demuestran interés por la información de calidad, pero al mismo tiempo están atentos a no perder tiempo, cansados de escuchar promesas, esperan hechos. En este sentido, el fin de las actividades de estímulo de las relaciones entre las firmas debe ser la construcción de lazos explícitos, flexibles pero al mismo tiempo duraderos y revelados en proyectos concretos de innovación.

Si bien es importante un cierto “orden institucional”, es decir, la búsqueda de correctos contratos (una condición necesaria), lo esencial es el análisis de las posibilidades que surgen justamente de las particularidades de los actores que intervienen. Desde este punto de vista, las “estrategias contractuales formales” tienen un horizonte limitado, es decir, no se garantiza el mediano plazo de la construcción de estas relaciones por la sola vía de acuerdos explícitos, ni la construcción depende de la respuesta a un estímulo externo (como un subsidio) aunque esté óptimamente diseñado —es más, hay opiniones que lo consideran contraproducente— (Marino, 2000). El consorcio de los fabricantes de guantes, como veremos, se inicia con aportes de los integrantes, pero después de un año empieza a recibir ayudas.

En esta dinámica, es central demostrar que se quiere trabajar de una manera distinta, se debe lograr un contacto permanente con el tejido empresa-

rial, acompañar permanentemente en un sentido de cotidianidad, responder a necesidades concretas con respeto a las formas de ser, la historia de la gente, los problemas que se presentaron en el pasado, los proyectos frustrados. Es decir, respetar, valorar, responder a todo lo subjetivo que puede impulsar o frenar el proceso de relacionamiento, más allá de la conveniencia objetiva. En este enfoque, la capacidad de escucha es central, pues sin ella es imposible detectar virtudes y problemáticas.

Es evidente que los “traccionadores” no pueden permanecer “afuera” sino que deben lograr un nivel de compromiso muy grande. El esfuerzo es doble: se debe estar “adentro” y al mismo tiempo sostener la “terziarità” del modelo. La distancia debe existir por momentos y desaparecer luego, lo que exige una enorme inversión de energías de todo tipo –el tiempo que insumió el consorcio que analizamos sólo para constituirse fue de dos años.

Una de las tareas del “traccionador” es la de resolver de qué manera el grupo se relacionará con un conjunto de sujetos extraños: los consultores, los diseñadores, los tecnólogos, cada uno con su carga cultural y sus diferentes conocimientos. Se debe lograr un equilibrio entre formas y contenidos de los aportes y los réditos que se obtengan, no sólo en términos objetivos sino también de respeto de las características subjetivas de cada “oficio”, de modo tal que el actor principal (en el caso bajo estudio, el artesano) pueda sentirse en igualdad de condiciones y con total comando de la situación de cambio.

En este sentido, se debe reflexionar sobre lo que la propia sociedad –sus miembros, en este caso específico los artesanos– está dispuesta a cambiar en cada momento, y no lo que el “afuera” le impone como “moderno”; se trata de encontrar en lo cotidiano un buen equilibrio entre la tradición y la necesaria modernización. El análisis y la valoración de los elementos locales del proceso son fundamentales para conservar la ventaja competitiva existente y maximizar la eficiencia.

Para llevar a cabo un enfoque de este tipo, las instituciones tradicionales deben renovarse profundamente si quieren ser un actor clave. De todas maneras, sigue siendo central la necesidad de una representación; en el caso de los artesanos, es fundamental que la CNA asuma su rol, lo que exige una mejora sustancial de la relación entre el sindicato de categoría y el sistema de empresas del área metropolitana de Napoli, la existencia de proyectos asociativos y la evolución interna del cambio institucional presiona en ese proceso que es bidireccional. Por lo tanto, un objetivo simultáneo al de recrear la confianza entre los empresarios es el de lograr que éstos, en grupo, vuelvan a su organización sindical, con un espíritu de participación y toma de decisiones, y además, que vean resueltos (o que aprendan a “resolver”) sus problemas.

En el proceso de constitución de consorcios, y de modernización de la CNA, se han inscripto 100 empresarios, la meta actual es dotar de compromiso y actividad ese reingreso, se trata de establecer proyectos de corto, mediano y largo plazo y de cumplirlos.

Finalmente, en la medida en que este proceso dinámico se lleve adelante, se producirá la reaparición de antiguos grupos de poder, que en los últimos años habían desaparecido de las mesas de negociación, o no tenían ninguna incidencia en el diseño de políticas, ni opinaban sobre los instrumentos o sus opiniones eran consideradas secundarias. Por ese motivo, muchos sectores de artesanos eran desconocidos para los hacedores de política y ausentes en los instrumentos de apoyo. Incluso, a menudo se ha reacreditado la institución ante los organismos públicos para después presentar proyectos, solicitudes, etc. Como veremos, luego de arduas negociaciones la Regione Campania aceptó lanzar un programa para la capacitación específica “dei guantai” y prometió hacer lo mismo para otros sectores de artesanos, con fondos que antes no existían.

La aparición de nuevos actores dinámicos produce nuevas demandas y por lo tanto una presión sobre la eficiencia de las oficinas públicas locales y nacionales, que puede redundar en un círculo virtuoso que ya se observa, aunque tímidamente.

LOS CONSORCIOS COMO UNA FORMA DE CONCRETAR LA RED

Como se vio en el marco teórico, en la práctica no existe la construcción en un momento de un territorio o una red, naturalmente este es un concepto teórico: en realidad existen instituciones públicas o de consultoría privada que ofrecen servicios a la producción, o que desarrollan programas que directa o indirectamente influyen sobre la innovación; por otro lado están las empresas que se relacionan individualmente con esa oferta de servicios y/o que se vinculan entre sí. Los consorcios en el esquema que aquí se propone son un mecanismo que permite reconstruir elementos de la identidad de las producciones, los productos y las empresas en áreas-sistema donde, debido a la disgregación observada, el territorio no ha podido preservar dichos elementos. En la práctica, son una forma de diálogo y de organización de la sociedad civil, a través de la cual este segmento de la sociedad civil se puede relacionar con el resto de las instituciones.

Los consorcios de empresa son formas más o menos espontáneas de agregación, y como tales, para el *approach* de distritos, pueden ser buenos motores del desarrollo local, meta-organizadores que se ubican a mitad de camino entre la producción de bienes públicos y privados y son instrumentos útiles para realizar funciones de regulación y coordinación. En los casos en que na-

cen principalmente para la valorización del trabajo artesanal (como el de los fabricantes de guantes), además de recrear relaciones sociales y productivas, permiten una revalorización cultural importante.

Sin embargo, las potencialidades mencionadas están muy relacionadas con el tipo de empresa en que se asocian, su posición en la cadena de valor y sus objetivos. Los consorcios que agrupan empresas ubicadas en el último eslabón del encadenamiento, es decir, las propietarias de la marca, el diseño y la comercialización, por un lado, se mantienen en un espacio de competencia, lo que limita las posibilidades de aumentar los ámbitos de confianza, aunque, por otro lado, pueden tener cierta relación no jerárquica en los temas del trabajo conjunto, lo que potencia ciertos fines.

En lo que se refiere al vínculo con el resto del entramado hacia atrás, llevan adelante un comando desde una lógica de mercado que muchas veces es de corto plazo, lo que atenta contra la transmisión de conocimientos.

Por otro lado, los consorcios que agrupan empresas, artesanos, trabajadores por cuenta propia del resto de la cadena, tienen un objetivo de corto plazo trascendente: el acceso directo al mercado y, por lo tanto, el logro de una imagen, una marca, mejoras productivas claves, todo lo cual potencia las posibilidades de la red y lo acerca a la idea teórica original. En el mediano plazo, con las cosas ya resueltas, el consorcio depende de los lazos establecidos en la primera etapa. Éste es el caso de los fabricantes de guantes.

5) EL ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA.

LOS FABRICANTES DE GUANTES DE NAPOLI

El caso de los fabricantes de guantes es un excelente ejemplo. Se trata de un sector tradicional del centro histórico de Napoli pero sin ningún peso estadístico por los altísimos niveles de ocultamiento existente. Son producciones muy antiguas de alto vuelo artesanal. En Napoli se concentra el 95% de la producción italiana de guantes de cuero, todas las casas de moda del *made in Italy* venden el guante napolitano. En los registros oficiales figuran 35 firmas que fabrican guantes, éstas, a su vez, trabajan con un sinnúmero de subcontratistas debido a que casi todas las etapas del proceso (más de 20) se realizan fuera de las empresas. Es difícil determinar cuántas familias viven de esta actividad, debido a que en muchos casos se trata de trabajadores domiciliarios. En el trabajo de campo se ha entrevistado a todos los titulares.

El sector del guante napolitano es un excelente ejemplo de que es posible valorar la historia, transformándola en un valor de producción. Se trata de una actividad basada en una antigua tradición, cuyo proceso productivo, forma y estilo sigue teniendo el espíritu de la producción griega y romana. Bas-

ta pensar que ya en el siglo XV había una corporación que reunía a “guantai y ai profumiere”. La potencia era Venecia, Napoli comenzó a ser competencia a comienzos del siglo XIX.

Hay toda una cultura que enaltece a personajes de época que contribuyeron a la fama de los modelos de guantes. Luego, un período de gloria en el entreguerras, la destrucción de muchos talleres en la Segunda Guerra y la emigración de muchos artesanos. Las crónicas relatan que durante la década de 1950 se fueron reconstruyendo las fábricas para responder a la demanda del resto de Europa. La mayor parte de las empresas siguen en su lugar original, aunque algunas se trasladaron a la periferia, y la degradación de la ciudad y el alto nivel de informalidad han atentado contra su performance.

Aunque los guantes de cuero han sufrido importantes transformaciones, han logrado resistir los cambios readaptando la producción a los requerimientos de la demanda, y logrando incluso exportar a mercados competitivos. Las empresas son bastante pequeñas, las dimensiones varían con la mayor o menor demanda, por lo que la fuerza de trabajo que realiza actividades tercerizadas provee la continuidad del mencionado proceso de ajuste a lo largo del encadenamiento. Tanto las dimensiones como las condiciones de trabajo en el interior de las fábricas son muy diversas: subsisten los ambientes pequeños, húmedos y mal iluminados (Daniela Caianiello, Sergio Salomone, Immacolata Voltura, 1998).

El proceso observado dentro de los talleres sigue siendo manual, pieza por pieza, hay 15 categorías de especialización de los maestros del oficio (“maestranze”) y algunas etapas son típicas de Napoli. Valorizar el sector y el territorio es justamente conceder valor de producción a este proceso (ante todo ya valorado por los mercados), generando capacidad innovativa donde sea posible, respetando al artesano y su historia.

EL CONSORCIO

Concretamente, el consorcio Napoli Guanti está integrado por 11 empresas que fabrican 1 millón de pares de guantes, facturan EU 8 millones, emplean regularmente a unas 100 personas y exportan el 40% de la producción. Dentro de nuestra clasificación, se trata de un consorcio de valorización de los artesanos, pero que une empresas que compiten entre sí que son las que hoy ya comandan la red.

La idea del consorcio, que surgió de un empresario que manifestó la necesidad de unirse y desarrollar una actividad de “reacreditación” del sector en diversas instancias –la Región, la Provincia, el Municipio, la Cámara de Comercio–, reconoce un antecedente en la Associazione Nazionale Guantai Italiani, creada en 1966 dentro de la Confindustria, con el objeto de poten-

ciar la producción de guantes, que no sólo asociaba artesanos napolitanos y que desapareció en 1993.

El proceso de animación comienza en julio de 1999 cuando, durante un curso de formación organizado por la CNA Campania, se entabló el diálogo con el hijo de uno de los más viejos productores de guantes de cuero. Luego de varios encuentros, en la feria Napoli Filiera Moda este empresario contactó a otros dos, con los que rápidamente hubo acuerdo acerca del carácter de los problemas: falta de personal especializado, el aislamiento respecto de las oficinas públicas, el individualismo de los empresarios, la relación con los bancos, la economía oculta, la necesidad de nuevos mercados. Como se observa, los objetivos referidos al incremento de los procesos innovativos estaban ausentes.

Durante los cuatro meses en que siguieron las reuniones, se manifestó cierta desconfianza en relación con la CNA debido a innumerables anécdotas del pasado, e incluso la elección del lugar de la reunión puede ser un problema: el edificio de la CNA es antipático a los empresarios, pero si las reuniones no se realizan allí la CNA no apoya y no se cumplen los objetivos de interrelacionar ambos proyectos (armar el consorcio y ayudar a la modernización de la CNA). Por otro lado, no se ponían de acuerdo acerca de otras empresas a las que invitarían a sumarse y nadie abría juicio por temor a que los otros estuviesen en desacuerdo, pero finalmente se logró una ampliación a siete empresas.

La tarea de convencimiento se prolongó hasta marzo del 2000, siempre en reuniones donde lo que vale es la opinión de los empresarios, y en las que se generan discusiones que en otro enfoque podrían ser consideradas pérdidas de tiempo y en éste son el eje del proceso de descubrimiento de potencialidades. De todos modos, desde la coordinación de CNA se planteó la condición de que el consorcio tuviera una conducción operativa de tipo técnica, lo que fue asumido con placer ya que los participantes venían de una experiencia negativa en la cual la conducción empresaria de la primera asociación mencionada había aprovechado su posición con fines personales. En la actualidad hay cinco solicitudes de ingreso presentadas hace un año, pero el grupo no se decide, por temor a las rupturas. Estos ingresos permitirían que el consorcio sumara al 75% del sector de los fabricantes de guantes napolitanos.

Consultados los miembros del consorcio, surge en todos los casos la reticencia a las nuevas incorporaciones, que, por su parte, quienes esperan ser incorporados atribuyen a la propia dinámica de la CNA. El resto de los fabricantes, al ser consultados, muestra indiferencia. Uno de ellos, con el que la entrevista se realizó en el 2004, manifestó que en la actualidad el problema principal es la relación euro-dólar, que amenaza al sector y sus exportaciones.

De todos los problemas planteados y sus posibles soluciones, lo que ha resultado más fácil es lo que se refiere a la actividad comercial y, especialmente, a la organización de la participación en ferias. Para ello ha sido fundamental la “terziarità” y la búsqueda de estrategias tendientes a maximizar la escasa confianza inicial con mecanismos reasegurantes de tipo institucional. A la primera feria viajaron dos empresarios, los modelos de los empresarios que viajaron fueron llevados por el animador y el resto de los modelos de quienes quedaron en Napoli fueron responsabilidad de los empresarios de la misión. Esto exigía trabajo conjunto y cierto secreto para conservar “la novedad” de cada modelo, lo que aseguraba la equidad del esfuerzo.

Rápidamente ha crecido el interés, debido a que los resultados, medidos en pedidos concretos, son excelentes: “todos quieren viajar”, muchos lo hacen por su cuenta y llevan modelos de otro. Además, está próxima la transformación en sociedad “consortile” para la comercialización, fundamentalmente con vistas a la gran distribución americana, con objetivos de mundialización, para superar el mercado –y, por qué no, la mirada– local, tradicional.

Con el tiempo muchos han iniciado un diálogo más transparente, dando señales de una mayor confianza a punto tal que se han verificado compras conjuntas de diversos insumos, y si bien es fundamental la coordinación “externa” de CNA, también se observan actividades de a dos o tres de ellos sin mediación alguna, hechos impensables anteriormente.

Entre las actividades más recientes, se ha cerrado un acuerdo con el Banco Monte dei Paschi di Siena, al que adhirieron todas las empresas del grupo y que permite mejorar las condiciones del crédito que tenían con otra entidad bancaria.

En la fase inicial el proyecto contó sólo con el aporte de los empresarios (aproximadamente EU 500 cada año) para financiar la primera feria en Nueva York y para gastos operativos. La base fue el esfuerzo de los interesados: “la pasión por lo posible”. Esto le ha valido el Premio Valore y Valori del Sistema Nacional de CNA. Para reacreditar a los sectores además se ha logrado en la CNA un pequeño fondo provisto por la Cámara de Comercio. La próxima etapa supone la búsqueda de los incentivos que brinda la política industrial y hacia las PYMES. Se esperan, por ejemplo, los beneficios del financiamiento para consorcios de alguna medida complementaria de la programación en la región Campania.

De las entrevistas realizadas surge que el pasaje del “esfuerzo personal desinteresado” a la “lucha por los incentivos” no ha tenido inconvenientes. Por el contrario, ha resultado favorable y no ha minado al proceso de con-

solidación de un entorno de confianza. Sólo que ha generado recelo fuera del grupo y una relación más difícil con el resto de los artesanos.

El aspecto más importante, y a la vez más difícil, consiste, sin embargo, en avanzar hacia otro tipo de proyectos, donde el eje sea la modernización de ciertos procesos y la calificación de los artesanos más jóvenes. Uno de los problemas más importantes es la antigüedad de la maquinaria y la falta de fabricantes. El caso es interesante ya que el proceso específicamente “napolitano” y las herramientas utilizadas son típicas y sólo para ese proceso. Un informante clave del Grupo Meldolesi plantea que debido al estancamiento que durante algunos años sufrió el sector en la región los productores de bienes de capital del rubro se dedicaron a otros segmentos mientras los artesanos se resisten a abandonar las viejas herramientas. El informante incorporó un elemento interesante: el hecho de que algunos artesanos consideran que las fallas son parte de la imagen del producto, razón por la cual la precisión puede ser contraproducente.

Impulsado por el mencionado grupo, el consorcio está analizando la posibilidad de realizar un proyecto conjunto con alguno de ellos para lograr un nuevo diseño de máquinas y herramientas, que brinde mayor velocidad y el ahorro de ciertos insumos.

En este sentido, las reticencias son grandes, entre “i guantai” se asiste al tercer pasaje generacional, los fundadores están cómodos con las herramientas que utilizaron toda la vida, sus hijos, los jóvenes empresarios, están altamente calificados pero más vinculados con la gestión administrativa o comercial, hay inconvenientes alrededor de la manera de mantener vivo el oficio, modernizándolo. Se ha podido entrevistar a algunos jóvenes del sector, en su mayoría profesionales de esas disciplinas.

El otro problema importante, ligado con el proceso productivo, es la falta de mano de obra especializada, sobre todo para hacer frente a los períodos de exceso de demanda, lo que muchas veces ocasiona el rechazo de órdenes de compra. Esta situación se da en un contexto de una tasa de desocupación superior a la media nacional y se debe en parte al proceso ya mencionado de las décadas de 1970 y 1980 de desvalorización del “artigianato locale”, que era visto como una actividad vieja y muy desacreditada, que trabajaba para terceros, con bajos salarios y largos períodos de depresión.

El proyecto debería servir para revalorizar esa imagen, recrear la identidad, acercar a los más jóvenes y calificarlos. La estrategia de la formación es un instrumento válido pero limitado ya que en realidad representa un intento de reemplazar artificialmente lo que antes era natural en el taller a través de la relación del maestro y el aprendiz. Se trata de generar actividades atractivas para los jóvenes, que permitan a los ancianos transmitir experiencias y

al mismo tiempo ayuden a sostener el sistema productivo tradicional, valorizado, incluso respetando los oficios y la tipicidad del trabajo masculino (corte) y femenino (costura). En ambos casos, además, se debe lograr velocidad, precisión, arte. El objetivo es transmitir no unos procedimientos sino una cultura (que en cierta forma ha perdido continuidad histórica). En el mismo proceso es posible avanzar en la incorporación de herramientas, nuevos diseños de productos, etcétera.

Las empresas no tienen mucho interés porque las horas destinadas a la formación usualmente son escasas. Se está trabajando con la Secretaría de Formación del municipio para elaborar una propuesta específica y una cantidad de horas razonables. La presencia de los empresarios en las tratativas es fundamental para que se comprendan sus necesidades. Así, el curso de formación se convierte en un excelente laboratorio para el debate de una estrategia con el objeto de valorizar el oficio en un contexto donde el sistema educativo formal no ayuda demasiado ni hay muchas instituciones de innovación prontas a generar propuestas.

EL IMPACTO INSTITUCIONAL

El efecto institucional más importante del consorcio se verifica en la relación con la CNA, a la que el premio obtenido le ha dado cierto prestigio y en el interior de esta organización se ha iniciado un proceso muy difícil pero muy interesante de discusión. Por otro lado, cuatro consorcios ya están formados y dos más están en proceso.

Lo mismo sucede con la relación entre la CNA y los distintos estamentos de gobierno, ejemplo de lo cual es el hecho de que se formalizaron reuniones con la Región, y ésta se comprometió a anunciar un bando para la formación del sector y de otros sectores. Al mismo tiempo, la CNA participó del Proyecto CUORE (Narodowski, 2002)⁵ junto con la UniNa y la Comune.

No hay relación de trabajo con otras instituciones del mundo de la innovación. A los problemas ya mencionados se suma el hecho de que el consorcio no ha encarado ningún emprendimiento concreto de esta índole y que, por lo tanto, no tenga demandas. Tampoco desde los centros de investigación vinculados con el cuero, con la química, etc., ha habido tentativas de acercamiento, situación que dificulta la posibilidad de avanzar más rápidamente.

⁵ El Proyecto CUORE es el resultado de un acuerdo de trabajo entre el Municipio de Napoli y el grupo Meldolesi para estudiar la economía oculta. En la actualidad, como parte del Proyecto, funcionan ventanillas de asistencia para la emersión de la economía sumergida en diversos barrios de Napoli.

CONCLUSIONES

Valiéndose del enfoque de los “sistemas locales” este trabajo ha intentado abordar la realidad de un subsistema específico –los fabricantes de guantes– en un contexto metropolitano como el de Napoli. Se valora la aproximación de los sistemas locales en cuanto incorpora la historia de la firma y el contexto, por eso la heterogeneidad. Así, es posible analizar potencialidades de los territorios, pero también las causas de los círculos viciosos. Además, se asume que la metrópoli, por su propia complejidad, presenta un cúmulo único de alternativas de acumulación de conocimiento pero, al mismo tiempo, mayores dificultades para el gobierno de las mismas. Se parte de la base de que la ciudad es un proceso y que en esa construcción es fundamental comprender las formas de relación parciales, en grupos específicos de actores. Por eso se abordó la actividad de la CNA y su relación con los fabricantes de guantes.

Es importante resaltar aquí que en la metodología propuesta debe apreciarse cómo funcionan los condicionantes macro-institucionales más generales y, al mismo tiempo, cómo es la dinámica específica. En la metrópoli hay infinitos casos pequeños, que van construyendo la ciudad en su propia fragmentación. El desafío es que cada parte, sus organizaciones y el mismo Estado se constituyan en sujetos activos de un cambio, proceso “pequeño” pero gradual y acumulativo.

Una de las conclusiones más importantes de trabajo es que la vida de las empresas está fuertemente condicionada por el contexto macroeconómico, las formas históricas de las relaciones y el consiguiente marco institucional. Dentro de esos parámetros, aparece una serie de elementos dinámicos que seguramente irán ampliando los límites impuestos por el contexto, pero en un proceso muy lento, que no siempre los actores perciben claramente.

Si bien todas las experiencias dinámicas, entre ellas las asociativas, son micro-procesos difíciles de descubrir y potenciar, son la clave de la construcción de un espacio urbano diverso. El caso de los fabricantes de guantes de Napoli puede encuadrarse entre éstos, no sólo por lo que implica en los términos concretos de acceso al mercado, sino además como un instrumento que permite reorganizar una identidad que corre el riesgo de perderse, para valorizarla productivamente.

En efecto, la experiencia ha permitido redescubrir la tradición de un viejo gremio y su contexto, con una fuerte ventaja debida al prestigio del que sus artesanos gozan en toda Europa; además, se inició un proceso que regenera lazos de confianza que tiene consecuencias concretas en la vida de las empresas, debido a que la penetración en los mercados externos presiona al

mejoramiento de las estructuras productivas y probablemente en el futuro genere necesidades de innovación y proyectos. Mediante algunos instrumentos de apoyo, como el mencionado de la formación y el esfuerzo cotidiano de animación, se logra valorizar el sector, modernizándolo donde sea posible, sin perder la esencia y tratando de encontrar fórmulas para transmitir ese bagaje a las nuevas generaciones.

Otra conclusión importante se refiere al hecho de que este tipo de realidades, como la del trabajo con los fabricantes de guantes, deben soportar las dificultades del contexto, pero al mismo tiempo juegan un rol clave en la vida de ese contexto y de sus instituciones. En este caso, la CNA se fortalece no sólo frente a sus socios sino en su lógica de relaciones con la CNA nacional y con los poderes locales. Los objetivos de los diversos actores van confluyendo, la resistencia interna es menor. La ciudad suma actores con capacidad de “voice”.

Desde el punto de vista industrial, lo que se observa es que es muy difícil generar un sistema más complejo de transmisión de conocimientos en diseño, materiales, etc., de generar una exigencia a los entes que en la región realizan estas tareas. Entre las empresas del consorcio, las temáticas siguen estando muy relacionadas con lo comercial, con el corto plazo. El punto de partida de la estructura productiva, basada en sectores tradicionales, es un escollo difícil de remover.

Del mismo modo, debe decirse que no se observa un efecto generalizado en el tejido del sector: no existe aún una presencia importante de la CNA, ni del consorcio, en la vida cotidiana de buena parte de las empresas. Se tiende a fortalecer el trabajo asociativo en el último eslabón, es decir, en la comercialización, sin pasar a instancias más profundas que involucren otras etapas del proceso.

El verdadero desafío es transformar estas primeras actividades en otras más comprometidas, con la mirada puesta en el mercado, innovar, producir bien y vender, es decir, afianzar un proyecto de modernización basado en la valorización de las particularidades y que las instituciones logren contener la complejidad de este tipo de relaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Boisier, S. (1997), “Sociedad Civil, Participación, Conocimiento y Gestión Territorial”, Serie Ensayos, documento 97/39, Santiago de Chile, ILPES-CEPAL.
- Beccatini, G. (1998), *“L’industrializzazione leggera del Mezzogiorno”*, *Distretti industriali e made in Italy. Le basi socioculturali del nostro sviluppo economico*, Turín, Bollati Boringhieri Editori.

- Belussi, F. (1997), “Le politiche Knowledge intensive per lo sviluppo del sistema produttivi territoriali”, en Bramanti, A. y Maggioni, M. (eds.), *La dinamica dei sistemi produttivi territoriali: teorie, tecniche, politiche*, Milán, Franco Angeli Editora, pp. 23-40.
- Bianchi, G. y Compagnino, A. (1997), “Doppio movimento. Verso una convergenza fra sistema produttivi territoriali di piccola e grande impresa?”, en Bramanti, A. y Maggioni, M. (eds.), *La dinamica dei sistemi produttivi territoriali: teorie, tecniche, politiche*, Milán, Franco Angeli Editora, pp. 82-107.
- Bianchi, P. (1991), *Produzione e potere di mercato*, Roma, Hiedese.
- Boscherini, F. y Poma, L. (2000), “Mas allá de los distritos industriales: El nuevo concepto de territorio en el marco de la economía global”, en: Boscherini, F. y Poma, L. (eds.), *Territorio, conocimiento y competitividad de las empresas. El rol de las instituciones en el espacio global*, Buenos Aires, editorial Miño y Dávila, cap. 1, pp. 23-38.
- Bramanti, A. y Maggioni, M. (1997), “Struttura e dinamica del sistema produttivi territoriali: un’ agenda di ricerca per l’ economia regionale”, en: Bramanti, A. y Maggioni, M. (eds.), *La dinamica dei sistemi produttivi territoriali: teorie, tecniche, politiche*, Milán, Franco Angeli Editora, pp. 4-17.
- Brusco (1997), La sete del sud non attinge a Bruxelles, en <http://www.economia.unimore.it/brusco/industriamoci_saggi1995-2000.html>
- Caianiello, D., Salomone, S. y Soltura, I. (1998), “Un percorso difficile ma possibile: le attività artigianali nel centro storico de Napoli, L’Italia che non c’è: quant’è, dov’è, com’è? », *Rivista di Politica Economica*, Año LXXXVIII, fascículo VIII-IX, Serie III, Catania, pp. 211-229.
- Camagni, R. y Capello, R. (1997), “Metodologie per la definizione del piano di riconversione regionale e sociale Della Liguria: strategie e assi di intervento”, en: Bramanti, A. y Maggioni, M. (eds.), *La dinamica dei sistemi produttivi territoriali: teorie, tecniche, politiche*, Milán, Franco Angeli Editora.
- Conti (2000), *Geografía económica. Teorie e metodi*, Milán, Utet. che Italiane.
- De Vivo, P. (1998), *Sviluppo locale e Mezzogiorno. Piccola impresa, territorio e azione pubblica*, Milán, Franco Angeli Editora.
- Del Monte, A. (1996), “I fattori determinanti la corruzione nelle región italiane”, en Costabile (comp.), *Instituzioni e sviluppo economico nel Mezzogiorno*, Milán, Società Editrice il Mulino, pp. 67-81.
- Dosi y Metcalfe (2003), “Enfoques de la irreversibilidad en la teoría económica”, en Chesnais, F. y Neffa, J. (comps.), *Ciencia, tecnología y crecimiento económico*, Buenos Aires, Trabajo y Sociedad, CEIL-PIETTE, pp.129-163.
- Latella, F. (1998), “Il comportamento delle imprese: un’indagine sul campo”, en Lilia Costabile (a cura di), *Mercati e istituzioni nel Mezzogiorno. Parte seconda:*

Mercati, spazio economico e discontinuità: le verifiche, Milán, Franco Angeli Editora.

- Marino, V. (2000), "I Conzorzi d'impresa tra spontaneità e strategie d'animazione", paper presentado en el Primo Forum sugli Strumenti di emersione, organizado por el Comitato nazionale per l'emersione del lavoro non regolare, Roma.
- Maskell, M. y Malmberg, A. (1997), "Apprendimento localizzato e competitività industriale", en Bramanti, A. y Maggioni, M. (eds.), *La dinamica dei sistemi produttivi territoriali: teorie, tecniche, politiche*, Milán, Franco Angeli Editora, pp. 114-131.
- Meldolesi, L. (1994), *Alla scoperta del possibile: il mondo sorprendente di Albert Hirschman*, Bologna, il Mulino.
- (1998), *Dalla parte del Sud*, Bari-Roma, Laterza.
- Narodowski, P. (2002), "La informalidad en la cadena de valor: el caso de la petroquímica y el plástico" (mimeo).
- Poma, L. (2000), "La nueva competencia territorial", en Boscherini, F. y Poma, L. (eds.), *Territorio, conocimiento y competitividad de las empresas. El rol de las instituciones en el espacio global*, Buenos Aires, Editorial Miño y Dávila, cap. 2, pp. 39-76.
- Punzo y Villani (2002), "Sui distretti industriali del Sud Italia", en <<http://www.re-set.it/documenti/0/400/480/489/rapporto.html>>
- Rullani, E. (1997), "Piú locale e piú globale: verso una economia postfordista del territorio", en Bramanti, A. y Maggioni, M. (eds.), *La dinamica dei sistemi produttivi territoriali: teorie, tecniche, politiche*, Milán, Franco Angeli Editora, pp. 145-174.
- (2000), "El valor del conocimiento", en Boscherini, F. y Poma, L. (eds.), *Territorio, conocimiento y competitividad de las empresas. El rol de las instituciones en el espacio global*, Buenos Aires, Editorial Miño y Dávila, cap. 7, pp. 229-258.
- Storper, M. (1997), *The regional world*, Nueva York, The Guilford Press.
- Tagle, L. (1999), "Asimmetria delle istituzioni e invisibilità delle imprese", en Báculo, L. (comp.), *Impresa forte politica debole. Imprenditori di Suceso nel Mezzogiorno*, Nápoles, Editori Scientifiche Italiane.
- Viesti, G. (2002), "Cosa insegna l'esperienza dei distretti meridionali?", Archivio di studi urbani e regionali <<http://www.biblio.liuc.it:8080/./biblio/essper/sched-per/p138.htm>>, vol. 33, fascículo 73, Milán, Franco Angeli Editora, pp. 23-28.

KREIMER, P., THOMAS, H., ROSSINI, P. Y LALOUF, A. (EDS.)

PRODUCCIÓN Y USO SOCIAL DE CONOCIMIENTO. ESTUDIOS DE SOCIOLOGÍA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN AMÉRICA LATINA

BERNAL, EDITORIAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE QUILMES, 2004, 315 PÁGINAS.

JULIA BUTA

La realización de este comentario bibliográfico está atravesada no sólo por el análisis intelectual o académico, sino también por elementos de la subjetividad de quien escribe estas líneas: en tanto participante del campo de estudios sociales de la ciencia y la tecnología, he tenido la oportunidad de conocer la mayoría de los trabajos aquí reunidos en distintos espacios de intercambio, antes de su publicación. Al encontrarlos plasmados y corporizados en un libro, tomo conciencia de haber asistido a la aparición de un nuevo texto que, dejando de ser una colección de proyectos, una *ficción* –diría un Latour platónico–, se ha convertido en una *inscripción* que ya forma parte de la “realidad” y que se encuentra atravesada por los complejos procesos sociales que le dieron origen. Sucesivos encuentros de debate y discusión en la definición de los temas, borradores, correcciones y presentaciones hasta dar forma a los *papers*, movilidad para generar intercambios sociales –con las consiguientes dificultades de financiamiento–, contactos editoriales, nuevamente correcciones, selección de textos, ediciones, compaginaciones, esperas y apuros. Conociendo unos y adivinando otros de estos procesos, no cabe sino resaltar la importancia y la pertinencia de una obra de estas características en el contexto de un país periférico en el cual, convengamos, esta clase de compilaciones no abundan. La significación, por tanto, que el libro adquiere para alguien del campo es la de un indicador de cierta madurez acumulada, sobre todo cuando en él figuran trabajos de jóvenes investigadores que están completando su formación académica en ámbitos ya institucionalizados en los que se forma en esta perspectiva teórica; y esto no deja de ser una buena noticia.

El libro consiste en una compilación de trabajos surgidos a partir de un encuentro denominado *Taller Internacional de*

Discusión Teórico Metodológica de Sociología de la Ciencia y la Tecnología, encuentro realizado en el Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología (IEC) de la Universidad Nacional de Quilmes con un grupo de jóvenes investigadores de la Argentina, el Brasil y el Uruguay, durante 2002. De allí resultaron una serie de once artículos, cuyo común denominador ha sido el propósito de establecer una reflexión social acerca de la ciencia y la tecnología, reflexión que va ganando espacios incluso en las disciplinas de origen que convergen en el campo. En el Congreso Nacional de Sociología realizado en Buenos Aires durante octubre de 2004 hubo, por primera vez, una mesa dedicada a la Sociología de la Ciencia y la Tecnología; en el Encuentro de Antropología organizado para julio de 2005, en Rosario, también se incluye una mesa con estudios relativos al campo; esta línea de investigación va adquiriendo mayor visibilidad y mayor cantidad de científicos se interesan en ella.

La obra se inicia con el trabajo de Pablo Kreimer y Hernán Thomas que se presenta como un planteo de la historia y del estado del arte en la temática de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología en América Latina. Titulada “Un poco de reflexividad o ¿de dónde venimos? Estudios sociales de la ciencia y la tecnología en América Latina”, siguen una tradición en la cual uno de los autores se perfila con antecedentes:¹ Kreimer y Thomas se proponen reconstruir una historia que, como ellos mismos sostienen en la primera frase, “implica, necesariamente, una ‘intervención’ sobre dicho campo”. El estudio recurre a la categoría de *reflexividad* en su tratamiento, categoría que retoma el postulado clásico en la enunciación del Programa Fuerte que pone el acento en la necesidad de que la sociología de la ciencia esté sometida a la aplicación de los patrones de explicación que ella misma produce. En este caso, la constitución del campo de los estudios sociales en la región es analizada con las categorías que ella ha creado, análisis que se traduce en una periodización de la producción en las diferentes etapas históricas y de las modalidades que adquirió el acce-

¹ Nos referimos al trabajo realizado por R. Dagnino, H. Thomas y A. Davyt “El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en Latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria”, *REDES*, vol. 3, número 7, Buenos Aires, septiembre de 1996.

so a la formación especializada. La mirada del campo hace su irrupción resaltando la situación periférica local, y tal vez sea éste su mayor aporte en tanto intenta alertar sobre cierta falta de crítica sobre cómo se produce la transcripción de marcos teóricos generados en países desarrollados. Es un análisis estrictamente academicista, donde se recupera el problema de la institucionalización disciplinar, problema que aparece reflejado en los ejes de trabajo propuestos por los autores: *áreas temáticas*, donde se integran aspectos sociales, cognitivos y generacionales del campo; *aspectos institucionales*, donde se estudian los grupos de investigación y los programas de formación de recursos humanos, y *desarrollo de espacios sociales de interacción*, donde se analiza la socialización a través de jornadas, congresos y publicaciones.

El recorrido de Kreimer y Thomas es de una extremada minuciosidad y agudeza en la descripción, lo que lo convierte un excelente compendio de los hechos desde 1960 hasta la fecha. Y este empeño en una descripción pormenorizada y una periodización detallada, intentando abarcar todos los grupos de trabajo existentes –aunque algunos no sean registrados–, se lleva el mayor esfuerzo, dejando unas pocas páginas al final donde aplicar la noción de reflexividad. El/la lector/a quedan a la expectativa de una mayor profundización de este aspecto, planteándose la tensión entre la necesidad de textos panorámicos de esta índole, pero la insuficiencia de los mismos para avanzar en la producción disciplinar, dado que sucede que la descripción oscurece la interpretación.

Ahondar en cuestiones relativas a la ciencia y la tecnología es o bien un anacronismo o bien una osadía. Podría considerarse un anacronismo si la problematización fuera apenas la de recuperar un registro de las glorias pasadas, entre las cuales se ubicarían los célebres representantes de la ciencia latinoamericana, como por ejemplo Bernardo Houssay. Pero un caso de auténtica osadía de originalidad son las “Reflexiones en torno al título de una tesis de doctorado” de Alfonso Buch, donde el autor realiza una síntesis meditada sobre la tesis y su trabajo de doctorado. Como el título de su tesis lo indica, Buch trata de reconsiderar la obra de Houssay, desplegando un arsenal de herramientas sociológicas, donde juega con los conceptos de *forma*, *función* y *sujeto moderno*, entrelazando la biografía del

personaje con su historia, la trayectoria individual con el entorno. El artículo sólo adquiere sentido para quien conoce las investigaciones del autor, pero en ese contexto resulta de una lucidez extrema.

Simone Petraglia Kropf ofrece su “Conhecimento médico e construçã social das doenças. Algumas questões conceituais”, donde se propone establecer un paralelismo entre abordajes provenientes de la historia social de la medicina y las hipótesis de los modelos sociales de explicación de la ciencia, especialmente los constructivistas. Cómo comprender que la enfermedad es “socialmente construida” sin incurrir en una perspectiva relativista o idealista a ultranza que niegue su materialidad parece ser el desafío teórico a plantearse por los investigadores de historia de la medicina; es decir, como sostiene la autora, encontrar el modo en que la dimensión biológica y la social se articulan en la construcción de la enfermedad. La mirada del constructivismo se enfrenta claramente a una concepción positivista que considera a la enfermedad como un desorden material que genera consecuencias en el organismo; en un intento por recuperar algo de la perspectiva relativista, Petraglia explicita que no se trata de negar que la dimensión biológica influye sobre los procesos de conocimiento sino de establecer que esta dimensión se transforma en “realidad” a partir de los procedimientos y esquemas de interpretación particulares puestos en acción en el acto de conocer (p. 119). Después de este planteo teórico, sería de suma relevancia el estudio de enfermedades producidas en nuestros países, no sólo ejemplificaciones con cáncer, SIDA y trombosis coronaria como casos de construcción social de la enfermedad.

Patricia Rossini se propone una tarea metodológica en “¿Un estudio de caso o un caso de...? Algunas consideraciones sobre el uso teórico-metodológico del estudio de caso en la sociología de la ciencia”, donde reconstruye los significados que las diferentes escuelas de sociología de la ciencia le otorgaron al *caso* desde el punto de vista metodológico. De un modo similar, el trabajo de Mariela Bianco “Una aproximación conceptual a los grupos o colectivos de investigación” se propone discutir el concepto de *grupo de investigación* para ayudar a iluminar una investigación acerca de un laboratorio universitario. Los dos artículos buscan anclar y dilucidar conceptos

que se suponen centrales para encarar futuras investigaciones. Si bien no son estudios donde se resalte la originalidad, sí se traduce en ellos una rigurosidad académica que indica solidez de formación.

Juan Pablo Zabala, como coautor de *La construcción de la utilidad social de la ciencia* junto con Leonardo Vacarezza,² produce un artículo que sigue la misma línea de indagación: se trata de “La utilidad de los conocimientos científicos como problema sociológico”. El estudio aborda el problema de la capacidad que tienen los conocimientos científicos de ofrecer recursos para un mayor aprovechamiento del entorno circundante. Si el saber es poder –como sostenía Bacon alguna vez–, la ciencia contemporánea traduce su poderío en el concepto de utilidad, en tanto ofrece elementos que se vinculan con la noción de desarrollo de las sociedades modernas. En tanto productora de conocimientos, el análisis de las relaciones entre el conocimiento producido y la sociedad se realiza mediante la indagación de la utilización del conocimiento por los actores sociales. La cuestión de la utilidad del conocimiento se plantea en tres niveles: el macrosocial, el institucional y el de las interacciones de los actores, y en el análisis se despliega parte de su complejo entramado de relaciones. Un trabajo de avance y profundización de una investigación mayor.

La presentación de Adriana Stagnaro, “La ciencia desde adentro: las perspectivas antropológicas”, se inscribe también en la línea de indagación metodológica en la medida que se propone revisar los aportes de la antropología al campo de los estudios de la ciencia y la tecnología. Sostiene la autora que

[...] a partir de los años 1990 una nueva generación de antropólogos comienza el estudio de los laboratorios científicos, empresas biotecnológicas, ciudades de la ciencia y el análisis de los debates públicos sobre tecnologías reproductiva y genética, aspectos ecológicos, armamento nuclear y químico, entre otros (p. 174).

² Vaccarezza, Leonardo y Zabala, Juan Pablo, *La construcción de la utilidad social de la ciencia. Investigadores en biotecnología frente al mercado*, Buenos Aires, Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes, 2002.

Pero retoma también, por suerte, el uso que se hizo con anterioridad del recurso antropológico. Desde la década de 1960 hasta acá, la antropología ha sido funcional en la introducción de la mirada del relativismo cultural, pasando por la creación de un nuevo dispositivo que dé cuenta de la generación *in vivo* de la práctica científica, la idea de la *antropología como intervención* de la antropología americana hasta el antropólogo que enfrenta su propia sociedad con cierto “extrañamiento” en la actualidad. El texto es claramente iluminador para todos los no antropólogos, ya que establece las condiciones del debate disciplinar.

“Como acontece a construçã do conhecimento científico em um laboratorio de pesquisa?”, por Loredana Susin retoma el clásico estudio de un laboratorio de ciencias –en este caso, un laboratorio de bioquímica en una Universidad de Rio Grande do Sul–, donde recurre a los tratamientos hechos por Latour, Woolgar, Knorr Cetina, aplicando sus mismas categorías en el análisis. Este artículo es parte de su tesis de Maestría y viene a engrosar los estudios de caso producidos bajo este modelo teórico en América Latina.

Tanto el trabajo de Mariana Versino como el de Alberto Laloouf incursionan de lleno en la problemática relativa a la producción de tecnología. En “La producción de tecnologías conocimiento-intensivas en países periféricos: herramientas teórico-metodológicas para su análisis” Versino se plantea la pregunta por el *cómo* y no por el *por qué* de la posibilidad de generación de *high tech* en empresas como INVAP de Argentina o EMBRAER de Brasil. En palabras de la propia autora:

Preguntándonos por *cómo fue posible* la generación de tecnologías conocimiento-intensivas en contextos en que ello no era esperable, pretendemos alcanzar una descripción que nos permita echar luz sobre cuáles son los elementos que constituyen un ‘estilo tecnológico’ particular de construir tecnologías en contextos periféricos (p. 257).

El marco de análisis utilizado recoge conceptos centrales tanto de la sociología de la tecnología como de la economía de la innovación, aunque pone especial énfasis en no limitar el objeto de estudio únicamente desde conceptos economicistas. Para

ello analiza conceptos tales como *firma*, *apropiabilidad*, *learning by interacting*, a los que, al encontrarlos insuficientes de conceptualización para el recorte analítico realizado, Versino los complementa con conceptos que proceden de la tradición sociológica.

Por su parte, Alberto Lalouf narra una historia tecnológica argentina, la de la fabricación de los aviones Pulqui I y Pulqui II, narración en la cual promete que habrá de ensayar –en el futuro, en su tesis de Maestría– una explicación distinta de la que se ha dado del hecho tradicionalmente. “Un modelo tentativo para el análisis de la producción de artefactos tecnológicos en países subdesarrollados. Más allá de la fracasomanía” vuelve al inicio de la cuestión de legitimación del campo: el concepto de ideología no explica los *hechos* desde un punto de vista científico; en este sentido, *fracasomanía* es un concepto ideológico que se supera con herramientas provenientes de la sociología o la política, en tanto ciencias sociales.

Desde un ángulo de análisis diferente, Amílcar Davyt incluye un trabajo de características relevantes: se propone el análisis de los modelos de toma de decisiones en dos agencias de promoción de ciencia y tecnología en el Brasil, el Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), que actúa a nivel nacional, y la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), que ejerce sus acciones a nivel estadual. El título es descriptivo del tratamiento realizado: “Sobre el uso de algunas herramientas conceptuales para analizar y caracterizar los procesos decisivos en agencias de fomento a la investigación”. Recurriendo a modelos teóricos utilizados en otros contextos, Davyt analiza en qué medida los elementos administrativos y los científicos se entrelazan, y qué grupo social toma relevancia a la hora de tomar decisiones en la asignación del presupuesto a los proyectos de investigación. Además de describir las particularidades de estas dos instituciones con dos modelos organizacionales diferentes, el autor plantea el problema de la ausencia de recursos humanos formados específicamente en gestión como empleados a tiempo completo en las agencias, lo que deviene en roles que los miembros de la comunidad científica desempeñan, además de los específicos vinculados a la investigación. De ahí que la posición de la comunidad científica como formando parte del Consejo o contratada como Co-

misión Asesora en las evaluaciones sea expuesta en términos de diferenciación de partes que se denominan *fases* o momentos de la actividad de promoción y evaluación de las agencias.

Como se puede apreciar, la producción cubre un amplio espectro de temas de investigación y se asienta sobre cierto *corpus* teórico riguroso que, hace apenas una década atrás, era poco menos que emergente en la región. Sin embargo cabe establecer algunas consideraciones que considero se desprenden de estas lecturas:

Se traduce en los textos la concepción específica de las ciencias sociales, que imponen la perspectiva de que la sociedad es una creación y recreación de los actores en sus prácticas cotidianas, creación que responde a una compleja trama de relaciones, acciones y significados.

Empero, en cada uno de los artículos, sean estrictamente metodológicos o intenten ser más empíricos, hay siempre fuertes consideraciones teóricas que parecen justificar la importancia y pertinencia del campo. Kreimer y Thomas ya alertaron sobre cierta debilidad de la producción realizada, que se reitera en los textos presentes: ¿qué uso y circulación tienen estos conocimientos si siempre requieren la justificación de la mirada?

A pesar de la intrínseca interdisciplinariedad de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, en esta compilación no hay producción de economistas, lo que es un reflejo de los ámbitos de socialización compartidos. Los estudios de matriz económica, que podrían parecer de mayor aplicación, se generan en otros contextos institucionales y siguen otras lógicas; creo que esto constituye un tema de reflexión.

Si bien la mayoría de estos trabajos reflejan un estadio preliminar en las respectivas investigaciones, sería de esperar un segundo libro con contenidos empíricos como resultados de la indagación que complementen las discusiones de teóricas. Quedamos a la espera, pues, de una segunda parte.

Para cerrar, la obra reseñada es de gran relevancia y viene a cubrir un espacio en el cual hay escasa producción; pero el íntimo deseo es que sea el inicio de una sucesión de trabajos, sin los cuales las fortalezas adquiridas en los últimos años se habrán de desdibujar inevitablemente.

CRISTINA MANTEGARI

**GERMÁN BURMEISTER. LA INSTITUCIONALIZACIÓN
CIENTÍFICA EN LA ARGENTINA DEL SIGLO XIX**

BUENOS AIRES, JORGE BAUDINO EDITORES/UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
MARTÍN, 2003, 228 PÁGINAS.

PAULA G. BRUNO

Los primeros contactos que el lector establece con este libro son elocuentes. En la portada, la foto del busto de Burmeister parece brotar de un mármol. La primera página de la introducción, por su parte, presenta una breve biografía de corte laudatorio repetida, según señala la autora, en una gran variedad de textos de distinto género que recuerdan la figura del “sabio prusiano”. Se plantea, entonces, desde un primer momento, la idea de que hay algo más controvertido para decir sobre este personaje destinado a ser estatua y figura ejemplar para la historia de la ciencia en Argentina.

La obra está compuesta por una introducción, tres capítulos y las consideraciones finales. El primer capítulo se presenta como “Consideraciones historiográficas” y da cuenta de un panorama completo acerca de la historiografía de la ciencia internacional y, posteriormente, nacional, focalizando la atención en los problemas centrales de ambas. El capítulo se cierra con una revisión prolija y sistemática acerca de los estudios que versan sobre científicos extranjeros en la Argentina de la segunda mitad del siglo XIX.

El capítulo segundo se titula “Una coyuntura favorable y una asociación promisoriosa” y centra la atención en los procesos de institucionalización de las ciencias naturales, tanto en el ámbito internacional como nacional a lo largo de los siglos XVIII y, principalmente, XIX. En el primer apartado Mantegari se encarga de reparar en algunas cuestiones fundamentales de estos procesos de institucionalización, como son los viajes de exploración y estudio (Humboldt, Darwin) y la paulatina constitución de establecimientos volcados exclusivamente a financiar, difundir y profesionalizar diversas manifestaciones científicas. La autora proporciona un completo mapa institu-

cional señalando fechas de fundación y rasgos centrales de academias, sociedades científicas, museos y universidades de diversas ciudades europeas. A la hora de centrar la atención en la Argentina y las dinámicas de institucionalización de las ciencias naturales implementadas, se presenta una mirada de tipo cronológica-interpretativa que toma como punto de inflexión la década de 1860 (fecha considerada como fundamental para pensar en la intensificación de actividades ligadas a la idea de la institucionalización científica) pero parte de las primeras décadas de vida independiente del país; se puntualizan determinados hechos y acciones de personajes históricos relevantes tendientes a generar y consolidar espacios relacionados con las disciplinas científicas (como los proyectos rivadavianos de dar una centralidad destacada a las ramas de la historia natural en el marco de la Universidad de Buenos Aires y las intenciones de Urquiza de dar un marco institucional orgánico a la ciencia en los tiempos de la Confederación).

Es en el tercer apartado de este segundo capítulo donde el análisis de Cristina Mantegari comienza a circunscribirse al estudio de la trayectoria de Carlos Germán Conrado Burmeister. Con este fin, la autora presenta una descripción del itinerario vital y profesional de Burmeister y asume como hito fundamental el viaje de 1857 a Buenos Aires, que funcionó como hecho clave en lo que respecta a las aspiraciones personales del científico prusiano. Refiriéndose a las impresiones del personaje sobre la ciudad-puerto la autora destaca:

[...] no dejó de advertir tampoco las particularidades del Museo Público, al visitar el edificio de la universidad porteña, y las potencialidades de esa institución inserta en un territorio rico en piezas paleontológicas y carente de dirección científica, a la que una dirección hábil podría transformar en un establecimiento de jerarquía (p. 93).

El apartado se cierra con el año 1861 y la llegada de Burmeister al país con el objetivo de instalarse definitivamente a instancias de Domingo Faustino Sarmiento.

En el tercer capítulo del libro, titulado “La acción institucional de Burmeister en la Argentina: entre el aplauso y la crítica”, la autora propone una periodización para pensar las

acciones del científico bajo estudio devenido director del Museo Público de Buenos Aires. La primera etapa coincide en gran medida con la década de 1860 y con las tareas tendientes a reorganizar el mencionado museo y a crear sus *Anales*. Este período habría estado caracterizado por una exitosa *performance* de Burmeister sintetizada en las ideas de “organización, financiamiento, apoyo local y difusión internacional” (p. 103). La autora destaca el hecho del uso de los *Anales del Museo Público* como un medio de difusión tendiente a publicitar las acciones de su director, tanto en el interior del país como frente a sus contactos con el extranjero. A su vez, esta etapa estuvo caracterizada por las sistemáticas intenciones de incrementar las dimensiones de las colecciones y de la biblioteca y la de mejorar la calidad de las salas del *Museo Público*. Mientras esto sucedía, Burmeister ganaba presencia en destacados medios de difusión científica europeos (como los ingleses *Annals and Magazine of Natural History* y *Proceedings of the Zoological Society*), a los que mandaba sus trabajos para ser publicados.

La segunda etapa estipulada va entre los primeros años de la presidencia de Sarmiento y 1883 (un año antes de la nacionalización del Museo Público). Mantegari marca que mientras se continuaba con la reorganización y ampliación de las secciones del museo que dirigía Burmeister, se produjo un hiato en la publicación de los *Anales* de la institución, entre 1874 y 1883, mientras que la producción científica del director de la misma era prolífica y comenzaban a publicarse sus monumentales obras sobre la Argentina (*Los caballos fósiles de la Pampa Argentina* y *Descripción Física de la República Argentina*) que fueron presentadas en el contexto de mega eventos internacionales: la Exposición Universal de Filadelfia de 1876 y las de París de los años 1878 y 1889. Por su parte, ésta fue la época en la que la figura de Burmeister comenzó a ser homenajeada y reconocida en numerosos eventos públicos del país. Mientras tanto, comenzaban a gestarse en el país otros focos de institucionalización científica, como demuestran los proyectos montados en torno a la Universidad de Córdoba, las reconfiguraciones de departamentos, secciones y cátedras vinculadas con las ciencias naturales en la Universidad de Buenos Aires y la creación de varias sociedades científicas. Mantegari propone una interpretación muy interesante acerca del surgimiento de nuevos polos cientí-

ficos en la Argentina y de la presencia de voces de naturalistas que criticaban las acciones de Burmeister, como, por ejemplo, Eduardo Ladislao Holmberg.

La última etapa trazada por la autora focaliza la atención en los últimos años de la dirección del Museo Público por parte de Burmeister (1884-1892). Una vez nacionalizado, en 1884, el museo pasó a ser, en palabras de la autora: “una institución más dentro del panorama nacional” (p. 170). Hecho que colocaba al científico de origen prusiano en una situación en las que sus acciones ya no tendrían la amplificadora resonancia de antaño. Mantegari destaca que en esta coyuntura:

Burmeister dirigió sus intereses a tres cuestiones [...] profundizar el reconocimiento oficial de sus servicios prestados al país, fortalecer el museo en su calidad de institución ‘nacional’ y defender su autoridad de sabio naturalista, ante el avance de nuevas posturas y figuras científicas (p. 170).

En el resto del capítulo la autora se encarga de ilustrar e interpretar la dinámica de estas acciones.

El espacio destinado a las consideraciones finales propone una puesta en perspectiva de diversas hipótesis sostenidas y argumentadas por Mantegari a lo largo de la obra. El lector finaliza el recorrido del libro con la idea de que los objetivos claramente enunciados por la autora en la introducción están holgadamente cumplidos y que podrían resumirse en la propuesta de: “conocer los avatares y los aspectos más polémicos de los comienzos de la modernización científica en Argentina” (p. 12). Sin duda, este volumen da cuenta de un período clave para pensar esta modernización –inserta en una transformación cultural de corte más general– acudiendo a un género que fusiona en forma armónica el seguimiento de una biografía científica con la historia de una institución científica nodal. La base documental sobre la que se monta este pretencioso proyecto de investigación es sólida y variada y muestra un conocimiento profundo de fuentes primarias y bibliografía nacional e internacional. Puede sostenerse, por tanto, que la obra es un aporte fundamental para la historia social de la ciencia del país y también para la historiografía ligada a ella. De este modo, *Germán Burmeister. La institucionalización científica en la Argentina*

del siglo XIX se convierte en una ineludible obra de consulta para los especialistas y para lectores interesados tanto en el género de la biografía –entendido en un sentido ampliado– como en la historia intelectual decimonónica.

SONIA ARAUJO

UNIVERSIDAD, INVESTIGACIÓN E INCENTIVOS. LA CARA OSCURA

LA PLATA, EDICIONES AL MARGEN, 2003, 348 PÁGINAS.

SANTIAGO BARANDIARÁN

Si las condiciones en las cuales las ciencias sociales producen conocimiento exigen construir conceptos que, vistos genéticamente, son refinamientos o elaboraciones secundarias de conceptos surgidos y usados cotidianamente en las prácticas sociales plenas de sentido, entonces la producción de conocimiento acerca de la institución que reclama para sí el rol de productora de conocimiento (es decir, la Universidad), plantea un desafío reflexivo aún mayor, o para decirlo en otros términos, exige un esfuerzo para nada sencillo de extrañamiento respecto de la propia vida académica. Cuando la intención es conocer nuevas prácticas y aprendizajes de los sujetos que habitan en aquella institución, relacionados con puntos sensibles como las formas de adaptación o respuesta a nuevos criterios de organización de la investigación, la mirada desde adentro puede parecer la más fácil. Después de todo, un investigador es quien mejor conoce el mundo de la investigación. Intentar hacerlo en un momento en el que la Universidad recibe una mirada evaluadora desde afuera, ya es más difícil. Si además esta intención proviene de inquietudes y problemas percibidos *desde el interior* de la institución, las dificultades (resistencias, suspicacias, evasivas, abundancia de ns/nc, etc.) para objetivar y llevar adelante una indagación sobre estos temas podrían abortar más de un intento. Afortunadamente, el trabajo de Sonia Araujo sortea

estos obstáculos, ofreciéndonos una rica investigación sobre los efectos del Programa de Incentivos a Docentes Investigadores, que, más allá de circunscribirse a la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, abre interrogantes e invita a reflexionar, a partir de la riqueza cualitativa que aporta el estudio de un caso, sobre los efectos paralelos de este programa en la vida de otras universidades nacionales.

Es sabido que la transferencia de modelos institucionales, como así también de instrumentos y programas para la gestión de la I+D, arroja diferentes resultados de acuerdo con el ambiente en el cual estos modelos son recibidos, y con los actores que participan en la negociación de sus formas de implementación. Podríamos leer este trabajo como una exploración de la mezcla de resultados y consecuencias buscadas y no buscadas de la introducción en la Argentina, por la vía de una suerte de ingeniería institucional, de un instrumento de gestión de la I+D universitaria sustentado en la triple ligazón de evaluación del desempeño, rendición de cuentas y remuneraciones diferenciadas. La pregunta que, por el modo de exposición y la secuencia elegida para ordenar los capítulos del libro, parece guiar esta investigación, sería la siguiente: ¿Qué sucede en una comunidad académica local cuando se baja un asunto central –e inescapable, por lo demás– de la agenda internacional para la educación superior, como lo es la evaluación y *accountability* de la institución universitaria?

De esta manera, en los primeros capítulos se repasan los principales cambios mundiales ocurridos en las últimas dos décadas en la relación Estado-Universidad-Sociedad, que se sintetizan básicamente en el pasaje de la *autonomía* a la *regulación* y *evaluación*, como así también se estudian algunas experiencias internacionales en políticas de educación superior específicamente orientadas a la implementación de regímenes de incentivos diferenciales para desarrollar la investigación en las universidades. Luego de aclarar el contexto y de poner en situación las iniciativas para acoplar la educación superior argentina con las nuevas exigencias de la agenda internacional, el foco se va concentrando en las características y propósitos del Programa de Incentivos a los Docentes-Investigadores implementado en la Argentina en la década del noventa. Se trata de

un programa que, como su nombre lo indica, está orientado a incentivar las actividades de investigación de los docentes universitarios. Este programa introdujo la nueva figura del docente-investigador, con una estructura jerárquica de diferentes Categorías Equivalentes de Investigación, definidas con arreglo a los antecedentes académicos de los docentes. La autora sigue el proceso desde la gestación del Programa en 1993 hasta la actualidad, pasando por las reformas de carácter restrictivo que se le introdujeron en 1997 con el “Manual de Procedimientos”. Hacia el final, el trabajo se centra en la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, detallando los efectos del programa a nivel institucional (la “cara explícita y oficial” según la autora), para concluir con el capítulo más valioso, en el cual las unidades de análisis son los docentes-investigadores de la UNICEN, a través de cuyas percepciones Sonia Araujo reconstruye los efectos microsociológicos del programa –la “cara oscura” u opaca, puesto que aporta información que no es tenida en cuenta por el mecanismo de monitoreo del programa vía la evaluación de informes–.

Metodológicamente, la investigación denota una buena triangulación entre análisis de datos cuantitativos y cualitativos, los primeros obtenidos de las series estadísticas elaboradas por la Secretaría de Políticas Universitarias y de un cuestionario estandarizado aplicado a una muestra de docentes-investigadores de la UNICEN, mientras que los segundos resultaron de una serie de entrevistas en profundidad a docentes-investigadores de diferentes áreas disciplinarias y categorías equivalentes de investigación de la misma universidad. Un punto importante a destacar aquí es que la muestra abarcó a 156 de los 488 investigadores que tenía la universidad al momento de realizar las encuestas en noviembre-diciembre de 1999. Esto significa un 37,6% del total, sin embargo es extraño que no se explique (ni aún en el anexo estadístico) cómo fueron seleccionadas las unidades de análisis.¹

¹ El lector puede encontrar que en la página 184 se afirma que la representatividad para las diferentes áreas disciplinarias fue un criterio de selección. No obstante, no se aclara el diseño muestral ni el *método* de selección. Sin que se aclare si se trata o no de un diseño muestral probabilístico, se afirma que el tamaño de la muestra permite trabajar con un margen genérico de error del 6%.

Los ítems del cuestionario y las entrevistas, por su parte, no sólo tienen una intención exploratoria, sino que traducen hipótesis de los estudios sobre educación superior que sirven para comprender los procesos de reforma teniendo en cuenta la complejidad incremental de las instituciones de educación superior cuando se las observa desde la base.² Las hipótesis que guiaron la investigación ponen el foco sobre las creencias y marcos normativos que operan en distintos niveles en el interior de los sistemas nacionales de educación superior, de los establecimientos universitarios, y de la profesión académica. Esta última, más específicamente, asume diferentes características según sea la naturaleza del conocimiento con el cual trabaja, configurando tradiciones cognitivas con su modo de vida aparejado (Burton Clark), o culturas disciplinarias con sus respectivos patrones de investigación, publicación, e interacción social (Tony Becher). Este punto es central, ya que esas diferencias pueden transformarse en variables mediadoras que especifican el impacto que tienen las reformas de los sistemas de educación superior.

Así, al momento de organizar el análisis de los datos y las hipótesis conductoras de la investigación, la autora desagrega los *efectos generales* y los *impactos diferenciales* del programa. Para el primer punto, se exploran los efectos percibidos sobre el trabajo académico (A) y los patrones de publicación (B), como también los efectos que tienen los criterios de categorización sobre las actividades de los investigadores (C). Veamos más en detalle estas tres dimensiones.

A. En términos generales, los efectos percibidos de mayor significación tienen que ver con el aumento de docentes que realizan trabajos de investigación, el crecimiento de la productividad académica (y de la exigencia de lograr mayor productividad), el mayor número de docentes que atienden cursos de posgrado, y la sobrecarga de tareas; esta última relacionada con las exigencias de presentación de planillas, informes, y formularios, que al superponerse distintas instancias de evaluación (no solamente de Incentivos, sino también de otras instituciones de promoción provincial y na-

² Complejidad que, todo lo indica, no fue tenida en cuenta en el diseño del Programa de Incentivos.

cional, como la CIC, CONICET, o ANPCYT, e inclusive evaluaciones pertenecientes a la secretaría de ciencia y técnica de la universidad) resultan en un excesivo insumo de tiempo en desmedro de las tareas docentes. Esta sobrecarga de tareas es registrada como un aumento generalizado del *stress* de los docentes-investigadores, efecto que es ubicado en el primer lugar por la mayoría de ellos.

B. En cuanto a los patrones de publicación, se percibe un aumento del número de publicaciones anuales, sobre todo en revistas con referato, y de la participación en congresos nacionales e internacionales. Sin embargo, la contracara es una merma en la originalidad de los trabajos publicados, debido a la práctica de publicar lo mismo con ligeros cambios. Práctica también conocida como autoplagio, que tiene por objeto acrecentar la productividad, ya que ese es el principal criterio de evaluación. También se observa un aumento de las publicaciones colectivas y de “autores fantasma” que se “suben”, o son subidos, a artículos ajenos, mientras que es usual el envío de ponencias a congresos sin asistencia.

C. Como la productividad es central para mejorar la Categoría Equivalente de Investigación, el principal efecto de la categorización es la reorientación de las actividades de los investigadores en el sentido de los criterios de evaluación. En este sentido, no sólo el publicar es la consecuencia directa, sino también el cálculo de los canales de publicación más redituables. Esto también se relaciona con una mayor competencia entre investigadores y grupos de investigación. Luego, aquellos criterios inducen el aprendizaje de ciertas estrategias para mejorar la presentación de los antecedentes personales, entre los que sobresale la utilización de artilugios en el llenado del *currículum vitae*, que suele inflarse para acceder a una categoría mayor, llegando a admitirse en algunos pocos casos el falseamiento de los datos. Por último, es importante señalar la falta de univocidad en la ponderación y aplicación de los criterios de evaluación por las diferentes comisiones de pares encargadas de resolver las categorizaciones (por ejemplo, qué se entiende por una publicación con referato, qué por una sin referato, qué por formación de recursos humanos, etc.), lo cual es percibido como una de las causas de la inequidad del sistema. Cabe aclarar que se aplicaron los mismos ítems para medir la percepción que se tiene de los

efectos generales sobre el trabajo académico y de los efectos percibidos en el trabajo individual, lo cual da lugar a curiosas disparidades, ya que los efectos más perversos cuentan siempre con porcentajes de respuesta mucho más bajos cuando se trata de reconocerlos en el trabajo individual.

La generalidad de estos efectos es coherente con la hipótesis general del trabajo:

La presencia de criterios comunes y de instrumentos específicos para la regulación de las actividades de investigación individual y grupal –evaluación del desempeño = rendición de cuentas = incentivos– ha dado lugar a la aparición y al ulterior aprendizaje por parte del profesorado universitario de mecanismos de acomodación y de resistencia, que llegan a ocupar un tiempo importante de su trabajo profesional. Estos mecanismos parecen configurarse independientemente del área disciplinar a la que pertenezca el profesorado, y serían comunes a las distintas tradiciones político-administrativas de la educación superior (p. 78).

En el segundo punto, en el que se buscan los *impactos diferenciales*, se analizan los mismos datos introduciendo variables que los diferencian según área disciplinaria, edad, sexo, categoría equivalente de investigación, y dedicación docente de los investigadores, todo lo cual brinda un importante cuerpo de datos que, si bien puede ocasionar cierta confusión en el lector por la profusión de cuadros, gráficos y tablas de contingencia que lo obligan a ir y venir entre el texto principal y el anexo estadístico, aporta una amplitud de información primaria de gran valor para este campo de investigación. Nos limitamos a mencionar las diferencias más significativas: tal vez donde más se advierten los resultados dispares del programa es en las tablas que diferencian por área disciplinar. Y es que, como se afirmaba antes, las culturas disciplinarias son modos de vida que reciben de distinta manera un mismo incentivo. Teniendo en cuenta esto, la tradición y acumulación previa de capacidades de investigación, con el *know-how* correspondiente para desempeñarse bajo la lógica de proyecto, no son simétricas entre las disciplinas más orientadas por naturaleza a la investigación, sobre todo las “duras”, y aquellas otras más “blandas”, o las de perfil más profesionalista. En estas últimas (sobre todo

Humanidades, Artes, Sociales, Económicas e Ingeniería) podría decirse que el programa funcionó como una herramienta para incentivar y radicar la investigación, mientras que en las primeras (Ciencias Exactas y Naturales, Agronomía y Veterinaria) los investigadores perciben menores cambios en sus rutinas de trabajo desde la implementación del programa, entendiendo que consiste, en todo caso, en una remuneración adicional por algo que ya hacían con anterioridad. Por supuesto que existen heterogeneidades en cada campo que permiten matizar esta asociación: por caso, dentro de las “blandas”, en disciplinas como Historia existía una tradición de investigación más fuerte que en Ciencias de la Educación.

De la misma manera, el impacto sobre los patrones de publicación, y sobre la calidad y originalidad de lo publicado, sigue una lógica similar. Allí donde existía una tradición de “publicar para sobrevivir”, tan típica de las disciplinas duras, el programa no implicó un gran incremento en el número de publicaciones anuales, mientras que donde esa tradición no era tan fuerte (Humanidades, Sociales, Artes, Economía) la cantidad de publicaciones se ha incrementado de tal manera desde el inicio del programa que manifiesta una apropiación de aquella consigna. También en las disciplinas blandas es donde se reconocen más las prácticas de reiteración de contenidos publicados, lo cual tal vez se explique por los diferentes formatos de publicación. Las disciplinas duras tienen un patrón de publicación en el que se exponen resultados de investigación sintéticos, en *papers* de no más de 4 o 5 páginas, en un discurso que generalmente sigue las líneas del informe técnico. Las disciplinas blandas, seguramente por la naturaleza del conocimiento con el cual operan, vienen de una tradición de publicación en formato de libro, mediante un discurso de tipo argumentativo que siempre implica un cierto nivel de recursividad.

Otro tanto sucede con el impacto sobre la proporción de docentes que cursan estudios de posgrado, ya que donde existía peso previo de la actividad de investigación también existía una tradición de formación de posgrado, sobre todo en el nivel más alto del doctorado. Donde se observa un aumento notable de los docentes que cursan posgrados es en las disciplinas blandas, o las de orientación profesionalista.

Un efecto que parece ser parejo en todas las disciplinas es

el de mayor competencia/rivalidad entre docentes-investigadores. Pero el problema con este dato es que no tenemos forma de cotejarlo con una supuesta situación previa al programa en la cual habría menos competencia/rivalidad entre investigadores, ya que al tratarse de un efecto percibido subjetivamente, carecemos de indicadores comparables para ese fenómeno a lo largo de un período de tiempo en el cual se quiere constatar un cambio. El lector puede, no obstante, leer este dato como una forma borrosa de registrar el cambio ocurrido en el mundo académico entre la generación de investigadores que se iniciaron a fines de los años de 1960 cuando, entre otras cosas, el doctorado no era todavía una condición ineludible en todas las disciplinas, y aquellos que se iniciaron a fines de la década de 1980 y principios de los años de 1990, debiendo adaptarse a las nuevas reglas de la competitividad académica, producidas precisamente por los cambios mencionados anteriormente en la agenda de políticas de educación superior. Un indicador indirecto de este cambio, que se manifiesta en los hábitos personales, tranquilamente podría ser la cantidad de café y cigarrillos que consumen diariamente los investigadores pertenecientes a una y otra generación.

Luego, conviene resaltar que los numerosos análisis por variables como sexo, edad, dedicación docente y categoría, suelen estar asociados entre sí. Las percepciones más desfavorables sobre los efectos del programa se concentran en quienes tienen categorías de investigación más bajas, que a su vez cuentan con dedicaciones docentes que están por debajo de la exclusiva, lo que generalmente significa que son investigadores jóvenes en formación (de nuevo, esta asociación no es tan lineal en todas las áreas disciplinarias). La diferencia de género en este sentido es importante, ya que las mujeres poseen menos dedicaciones exclusivas, por lo tanto también registran menos categorías altas de investigación, no es casual entonces que sean las mujeres quienes más reconozcan haber seleccionado sus actividades con el propósito de mejorar su categorización. Si hay algo que queda claro luego de la lectura de los cuadros y tablas, es que en un sistema estratificado como es el resultante del Programa de Incentivos, las posiciones más desfavorables son para los docentes auxiliares, especialmente si son mujeres.

Finalmente, la respuesta a la pregunta central, que indaga por los resultados (deseados y no deseados) de la introducción de incentivos atados a la exigencia de evaluación del desempeño, asume un matiz que la asemeja al concepto funcionalista de anomia. En un ambiente altamente competitivo, en el que existen fuertes alicientes para mejorar el desempeño, es probable que surjan estrategias alternativas para compensar los desiguales puntos de partida en la competencia. En otros términos:

En un contexto en el que ser investigador otorga prestigio, y en el que el incentivo suele ser un complemento salarial significativo ante los magros salarios, el profesorado universitario estaría siendo compelido a reaccionar con determinadas conductas, algunas de ellas categorizadas como fraudulentas, frente a las exigencias planteadas por los sistemas de evaluación de la actividad investigadora (p. 115).

Por un lado, entonces, el programa provocó aprendizajes esperados en los docentes, relativos a la práctica de investigación canalizada en proyectos evaluables, para lo cual se debe aprender también a completar informes, a ser productivo y a seleccionar canales de publicación. Por otro lado, también desencadenó una serie de aprendizajes no previstos que se incorporan a la manera de un *habitus*:

Los docentes-investigadores aprenden a calcular, a especular, a competir y a desarrollar mecanismos que les permiten ingresar, permanecer, y/o mejorar la posición en el sistema; a vivir en permanentes situaciones de sobrecarga y presión en el trabajo; a experimentar la injusticia y la falta de equidad de los procesos de evaluación, y el autoritarismo académico. En las situaciones en las que se someten a evaluación, con el propósito de entrar o ascender en el sistema, también aprenden que las identidades individuales construidas sobre la base de otras actividades en su historia profesional, tales como la enseñanza y la extensión, ya no tienen el valor de antaño (p. 275).

Sin embargo, esta afirmación sobre los aprendizajes realizados por los docentes-investigadores, donde se juega la mirada sobre el “lado oscuro” del programa, no está tal vez del todo clara teóricamente, debido a que no se explicita el marco teórico que permita articular los datos estructurales del programa con los

efectos percibidos por quienes lo experimentan cotidianamente, lo cual tiene un correlato en el nivel metodológico. Por un lado tenemos los cuadros estadísticos del órgano encargado de la administración del programa, y por otro lado los datos contruidos a partir de la indagación de percepciones y opiniones de los investigadores. Como Araujo lo dice en la introducción, “la investigación tuvo como propósito abordar el impacto de la política de incentivos a la investigación en el *trabajo académico*, en general, y en los *hábitos como científico*, en particular, del profesorado universitario” (p. 31). El problema metodológico que se plantea de esta manera, es el de la interpretación de los datos resultantes de percepciones subjetivas, y la relación que tienen con los aspectos estructurales del programa, ya que el cuestionario aplicado busca que “los investigadores incluyeran las opiniones que creyeran *necesarias y convenientes* acerca de los cambios producidos por el proceso de evaluación sistemático de su actividad como docente-investigador” (p. 186), para lo cual se incluyen preguntas dirigidas a “conocer qué *creían* los docentes-investigadores acerca de los efectos del programa o, dicho en otros términos, cuál era su percepción acerca de los mismos” (p. 187). En los diferentes énfasis que pone la autora en estos dos párrafos separados por apenas una página asoma el problema con el que se topa toda investigación social: mientras que en el primero elige resaltar los adjetivos “necesarias y convenientes” respecto de las *opiniones*, en el segundo elige resaltar “creencias” respecto de los *efectos* de un programa que se les impone desde arriba. No es otro que el problema de la relación sujeto-estructura, que solamente puede plantearse en términos adecuados con el lenguaje de la teoría sociológica, y ahí es donde puede encontrarse el déficit de este trabajo. Por varias secciones está rondando el concepto de *habitus*, que es precisamente el concepto propuesto por Bourdieu para intentar comprender esta relación entre las estructuras objetivas y la acción reflexiva de los sujetos (acción que al estructurarse en un *habitus* se convierte en pre-reflexiva, al menos hasta tanto se pregunta por ella y por las razones que la hacen comprensible), pero si ése es el marco de sentido teórico para articular la investigación, en ningún lugar se desarrolla explícitamente, sino que apenas se lo menciona. Queda en el lector completar este hueco, por medio de una sobreinterpretación de los datos percep-

tivos, cosa que seguramente los sociólogos acostumbrados al análisis de encuestas de opinión podrán hacer con más facilidad que el resto de los lectores.

En todo caso ello no pone en duda que trabajos como este pueden ser fundamentales para la gestión de la I+D universitaria, puesto que advierten que los instrumentos no pueden ser pensados sólo en su aspecto técnico, sino que ante todo debe conocerse la complejidad de la materia sobre la cual van a implementarse, ya que no es tan importante el *instrumento* en sí como los *actores* que lo pondrán en práctica. Puede ser otra forma de decir que las políticas, los programas y los instrumentos, sólo pueden tener probabilidades de ser apropiados con éxito si son construidos a partir del conocimiento de las prácticas locales.

VACCAREZZA, LEONARDO SILVIO Y ZABALA, JUAN PABLO

**LA CONSTRUCCIÓN DE LA UTILIDAD SOCIAL DE LA CIENCIA.
INVESTIGADORES EN BIOTECNOLOGÍA FRENTE AL MERCADO**

BUENOS AIRES, EDITORIAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE QUILMES, 2002, 240 PÁGINAS.

MATÍAS JOSÉ IUCCI

En *La Construcción de la utilidad social de la ciencia. Investigadores en biotecnología frente al mercado* se abordan las estrategias que despliegan un conjunto de investigadores en biotecnología del país en el intento por generar conocimientos que logren, al mismo tiempo, satisfacer las condiciones de producción académica y poseer utilidad social en el ámbito del mercado. En este sentido, contribuye a la comprensión de comportamientos y representaciones de algunos investigadores en sus tareas cotidianas, y nos invita a recorrer sus experiencias, plagadas de dificultades, éxitos y fracasos.

Desde los primeros capítulos los autores dan cuenta del debate en que se inserta la problemática: la utilidad social de los productos de conocimientos adquirió una relevancia de

dominio público al plasmarse en orientaciones de política pública, en discursos de autoridades académicas, y en intenciones de algunas empresas interesadas por la innovación. Acciones que se encaminaron hacia un mayor acercamiento entre los centros de producción de ciencia y el mercado, y que otorgaron un particular significado a la utilidad de las producciones científicas.

Con este horizonte, las prácticas que realizan los investigadores se vuelven intentos de respuestas a un desafío constante, en el que vale la pena incursionar. En esta dirección apuntan los autores cuando sostienen que “los investigadores académicos se vieron cada vez más involucrados en actividades de investigación comprometidas con su utilidad práctica o, en términos más específicos, con la posibilidad de su comercialización” (p. 21).

Como el subtítulo indica, la compleja tensión que se establece entre los investigadores con el mercado constituye un tema central que se trata a en cada uno de las cinco experiencias narradas. Un elemento para destacar en esta relación es que no todos aquellos que se proponen elaborar productos de investigación con fines comerciales lo logran. Por el contrario, cada laboratorio encuentra en sus intentos un conjunto numeroso de obstáculos a sortear y riesgos a afrontar.

La pregunta que nos podemos formular entonces es: ¿cuáles son los aspectos que diferencian los casos exitosos de los fracasos? Los autores nos orientan en esta pregunta indagando en las estrategias desarrolladas por los propios investigadores ante las siguientes situaciones: la necesidad de capitalizar el laboratorio con fines académicos y comerciales, la relación con los organismos públicos en la consecución de financiamiento, los diversos modos de comunicar los descubrimientos hacia el público y las formas de elaborar alianzas entre diversos actores interesados.

El análisis, en definitiva, nos conduce a pensar que el éxito o el fracaso se decide en las consecuencias ocurridas a partir de un conjunto de decisiones estratégicas que con distintos niveles de conciencia adoptaron los investigadores ante una determinada situación.

Esto nos deja en el inicio de una reflexión sobre los contratiempos entre las orientaciones hacia el mercado de ciertas po-

líticas científicas y universitarias, y las experiencias concretas de los laboratorios. A pesar de las acciones encaminadas con fines de vincular el mercado y los investigadores, en vez de hallar vías institucionales por medio de las cuales se conecten estos ámbitos, encontramos que la habilidad y destreza de cada investigador para desenvolverse ante una particular situación define su suerte en el mercado. Podemos preguntarnos entonces si no fueron considerados en la elaboración de estas políticas, el establecimiento de canales de comunicación entre actores por caminos previamente constituidos, a los fines de facilitar los contactos entre ellos.

En este sentido, el libro es útil para extraer enseñanzas sobre ciertas características presentes en algunos intentos de vinculación bien logrados, a partir de los cuales sería posible repensar y/o complementar una política. Como muestra de ello, los autores observaron que los investigadores cuyos productos de investigación tuvieron una buena recepción en el ámbito del mercado, elaboraron alianzas con diversos actores interesados en la temática.

El libro alcanza el objetivo de analizar estrategias, entendidas como “el conjunto de decisiones, acciones, inversiones e interpretaciones de sus posibilidades y oportunidades en el contexto de situación”. A su vez, nos propone algunas dimensiones de estas estrategias de construcción de utilidad, con las que podemos observar las diferencias y similitudes presentes entre los casos. Con la intención de introducir al lector en esta cuestión, describiremos sintéticamente cada una de ellas.

- *Enfoque de identificación del usuario*: “esta dimensión refiere al grado de proximidad, concreción o abstracción de los usuarios considerados por el investigador como receptores potenciales de sus productos” (p. 212). Aquí entran en juego principalmente las imágenes con las cuales el investigador se representa a los potenciales usuarios de sus productos. Los casos son disímiles y se encuentran variaciones entre quienes realizan una identificación potencial y otros quienes concretaron distintos encuentros con los usuarios.

- *Estilo de vinculación con los usuarios*: refiere a las estrategias desarrolladas para entablar una relación o la proyección de esta relación con el usuario. Aquí los contrastes más acentuados se presentan entre casos donde las interacciones entre

investigadores y usuarios se producen de un modo directo y desde el inicio del proyecto, y otros donde se establecen una vez finalizado el producto.

- Se genera una *Construcción del marco de significación del conocimiento producido* con la finalidad de que los usuarios interpreten estos productos en un contexto delimitado. Aquí algunos investigadores acentúan en la novedad del producto en el que se encuentran trabajando, mientras otros adaptan su proyecto a los cánones ya conocidos en el mercado.

- Con *Operación de selección del objeto de investigación* dan cuenta de las cuestiones que entran en consideración para definir un tema de investigación: mientras que algunos lo seleccionan de acuerdo a sus proyecciones sobre sus posibilidades en el mercado, otros lo realizan de acuerdo a las respuestas recibidas de un mercado al cual ya se han acercado.

- *Modelo de actuación en el campo comercial.* Entre los modos en que los investigadores se conducen en el ámbito del mercado, se hallaron dos estrategias claras: quienes utilizan una técnica en forma experta y la repiten en sus vinculaciones con distintos clientes, y quienes incorporan incesantemente nuevas técnicas para ofertar.

- Con la intención de insertarse en los dos mundos, desarrollan una *estrategia de producción y de logro de crédito académico*: al tiempo que algunos resuelven orientarse hacia uno y otro ámbito en tanto esferas diferenciadas; otros combinan estrategias para insertarse de un mismo modo en los dos ámbitos.

- *Organización interna del laboratorio*: para lograr sus objetivos propuestos, algunos laboratorios desarrollan una división de tareas hacia su interior mientras que otros lo hacen en conjunto.

En la presentación de algunos casos, los autores deciden incluir un conjunto de apreciaciones sobre la eficacia de la estrategia seguida por tal o cual investigador, y de algún modo, exponer, a sus criterios; los aspectos en que fallaron o acertaron en la consecución de sus objetivos. Se establece de este modo, una curiosa discusión implícita entre los autores y los sujetos investigados en la que desentrañan sus lógicas de razonamiento a partir de su situación. A su vez, constituye ésta una forma de abordar estudios interpretativos a la que no estamos habituados en otros trabajos.

El libro también abarca los elementos presentes en una determinada situación que entorpecen y/o facilitan la puesta en práctica de una estrategia. De este modo, los autores nos introducen en algunos rasgos centrales que caracterizan los modos de producción científica y apropiación tecnológica en la Argentina, en tanto país periférico. A su vez nos proponen herramientas conceptuales que contribuyen a continuar en la tarea de comprender con mayor profundidad algunos de estos procesos. Vale la pena destacar al menos dos de estos casos.

El primero corresponde a un laboratorio orientado hacia la biotecnología vegetal que logró constituirse en un centro de referencia, debido al desarrollo logrado a partir de la adquisición de técnicas de transformación de plantas de países del centro. Con esto, se aseguraban la exclusividad en el manejo de la técnica, ya que fueron pioneros entre los centros locales.

Para explicar el proceso por el cual este laboratorio dejó de poseer el monopolio, y en consecuencia, parte de su capacidad para lograr interacciones fluidas con otros centros; los autores crearon el concepto de “deterioro relativo de la relevancia académica de las pericias técnicas”: si por relevancia académica entienden la “atracción que ejerce un determinado tópico de conocimiento sobre un conjunto significativo de miembros de la especialidad y la asignación que se le hace en cuanto a las expectativas de avance de conocimientos” (p. 62), la situación de deterioro da cuenta de los mecanismos a través de los cuales este tópico deja de presentar el interés que suscitaba en aquel momento.

El laboratorio sufrió la pérdida de exclusividad de la pericia que monopolizaba, debido a que comenzó a ser socializada entre distintos centros especializados y, en definitiva, a formar parte del repertorio de técnicas del conjunto de los investigadores del campo. En esta situación, recurrente en la periferia, al laboratorio le quedó vedado la posibilidad de constituirse en punto de “paso obligado” para otros actores interesados, debido a la imposibilidad de retener el monopolio de la pericia adquirida por un tiempo prolongado.

El otro caso que merece especial atención es el tercero, que relata la experiencia de un laboratorio abocado al estudio de procesos de fermentación y el uso de microorganismos de interés industrial, que logró montar un reactor de bacterias me-

tanogénicas, también en un proceso de adaptación de uno similar desarrollado en un país central.

El centro elaboró una estrategia basada en la división de tareas y recursos entre sus integrantes, que le permitió afrontar el mundo académico y comercial. A pesar de ello, el desarrollo de sus actividades a lo largo del tiempo, se realizó de acuerdo a fases que alternaron formas difusas con otras definidas con respecto a la orientación de la investigación. Con la intención de hallar una explicación a este fenómeno, los autores relacionan estas características peculiares del centro con factores externos, que afectan al conjunto del sistema de investigación. De este modo, conjugan explicaciones de tipo micro y macro, relacionando aspectos singulares con otros de índole estructural.

Merece la pena la exposición ya que encierra un conjunto de hipótesis, que si bien los autores no le otorgan una significación central y aseguran no estar interesados en desarrollarlas en este momento, pueden ayudar a caracterizar los caminos erráticos de algunos procesos científicos y tecnológicos propios de los países periféricos: desde los ámbitos de la política científica se alienta a la investigación en determinada temática a través de su financiamiento, al tiempo que se realizan señales a las empresas para que se sumen al proyecto. El laboratorio responde a este llamado con el inicio de la investigación, realizando las capitalizaciones necesarias (inversión en Recursos Humanos, equipos, adquisición de modelos tecnológicos, entre otros). Cuando la investigación del centro y la vinculación con la empresa parecen prosperar, las señales políticas se vuelven “intermitentes y vulnerables hacia el sector científico, y contradictorias, cuando no inexistentes hacia el sector económico” (p. 129). El proceso queda trunco al producirse el desinterés de la empresa y la disolución de lazos con que contaba el equipo de investigación hacia su interior.

En suma, es un trabajo que extiende las fronteras del conocimiento sobre procesos de construcción de utilidad del conocimiento, colocando en el centro de la reflexión los caminos que recorren los investigadores para acercarse al mercado.

CATALINA ROTUNNO Y EDUARDO DÍAZ DE GUIJARRO (COMPS.)

LA CONSTRUCCIÓN DE LO POSIBLE. LA UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES DE 1955 A 1966

BUENOS AIRES, LIBROS DEL ZORZAL, 2003, 252 PÁGINAS.

JOSÉ D. BUSCHINI

La caída del gobierno peronista en 1955 introdujo profundas modificaciones en la vida social, política y cultural argentina, a las cuales la institución universitaria no fue ajena. Desde hace aproximadamente veinte años se suman estudios que, con claves interpretativas diversas, se proponen comprender los intensivos procesos de transformación que, en el lapso de una década, encaminaban a algunas facultades de la Universidad Nacional de Buenos Aires hacia la generación de condiciones propicias para la producción de conocimiento, por oposición a su acentuado carácter profesionalista. La creación de mecanismos institucionales tales como la oferta de cargos de dedicación exclusiva, la selección de la planta docente mediante concurso, el envío de becarios al exterior, la visita de profesores extranjeros, la instalación de laboratorios, entre otros, eran claras muestras de ello.

Esta experiencia, es sabido, tiene un fin claramente puntuable en la intervención de la Universidad por el gobierno de facto encabezado por el general Juan Carlos Onganía, en la que sería denominada “noche de los bastones largos”. Sin embargo, algunos de los estudios a los que hacíamos alusión con anterioridad coinciden en señalar la existencia de límites previos, de carácter interno, a la modernización académica ocurrida en aquellos años. Autores como Silvia Sigal¹ o Carlos Prego,² por señalar algunos, han analizado los modos en que el agitado proceso de polarización y radicalización de la vida política univer-

¹ Silvia Sigal, *Intelectuales y poder en Argentina. La década del sesenta*, Buenos Aires, Siglo XXI, 2002.

² Véase Carlos Prego y M. Elina Estebanez, “Modernización académica, desarrollo científico y radicalización política: notas para su estudio en la Universidad de Buenos Aires, 1955-1966”, en P. Krotsch (ed.), *La Universidad*

sitaria de entonces erosionó las bases del proyecto reformista, a partir, entre otras cosas, de las críticas a los subsidios y la departamentalización. Así, estos trabajos han mostrado que si en su hora prístina el período cobija un cuerpo reformista altamente homogéneo, el paso de los años divide crecientemente a quienes defienden las transformaciones ocurridas de aquellos que, poco a poco, comienzan a cuestionarlas.

Con el trasfondo de estos hechos como marco, y con la convicción de su importancia para un presente que se advierte oscuro, Catalina Rotunno y Eduardo Díaz de Guijarro compilan una serie de entrevistas y textos especialmente realizados para la ocasión, que rescatan el testimonio de un conjunto de actores partícipes de los acontecimientos aludidos, desde variados espacios (pero con un marcado sesgo hacia el reformismo) y con diferentes grados de protagonismo. La selección llevada a cabo incluye a miembros de diferentes facultades de la UBA en el período 1955-1966, que abarca Ciencias Exactas y Naturales (Meteorología, Matemática, Biología) Filosofía y Letras (Historia, Letras), Ingeniería, Derecho, Medicina y Arquitectura y Urbanismo; con el agregado de una entrevista a Aníbal Ford, quien vuelve sobre su paso por la Editorial de la Universidad de Buenos Aires (EUDEBA), creada en aquellos años.

Los temas abordados incluyen la reflexión acerca de aquellos factores considerados como de mayor significatividad para la transformación de la Universidad, las líneas de enfrentamiento político existentes en diferentes momentos del período, el papel de los sectores “reaccionarios” en tanto obstáculo para las transformaciones que se estaban dando, cambios puntuales en las diferentes Facultades, sumado a algunos relatos anecdóticos sobre situaciones experimentadas en aquellos años. En este sentido, puede señalarse que cada capítulo brinda una valiosa información sobre los tópicos que, a grandes rasgos, estructuraron el período. Sin embargo, en tanto los testimonios son presentados indistintamente en forma de entrevista o relato, y no se respeta una guía de preguntas homo-

cautiva: legados, marcos, horizontes, La Plata, Ed. Al margen/UNLP, 2002, cap. II, pp. 23-42. También Carlos Prego, “Ciencia, Universidad y Política en los 60’s. Tensiones y límites del proyecto reformista radical en la Universidad de Buenos Aires”, v Jornadas Esocite, 2004.

géneas para todos los entrevistados, el libro pierde en gran medida la posibilidad de establecer confluencias y contrapuntos en torno de problemáticas comunes.

De este modo, la libertad otorgada a cada uno de los entrevistados/autores deriva en una amplia gama de posibilidades a la hora de ofrecer recuerdos e interpretaciones. Rolando García, por ejemplo, construye su relato a partir de temas que considera relevantes para el proceso de modernización académica en ciernes (dedicación exclusiva, contratos, subsidios, construcción de la ciudad universitaria, etc.); concentrándose en acontecimientos que, según dice, no siempre han salido a la luz, pero que contribuyeron a posibilitar cuestiones de importancia para los cambios perseguidos. Aparecen, así, vicisitudes relativas a la creación de la Ciudad Universitaria, que incluyen tanto problemas de diseño, de presupuesto o ataques provenientes del Ministerio de Marina; los mecanismos “ingeniosos” a los que debieron apelar para contrarrestar trabas administrativas que impedían pedir un mayor presupuesto para la compra de equipos; las presiones vinculadas a los subsidios otorgados, entre otros.

Otros, como Tulio Halperin Dongui, Gregorio Klimovsky, Manuel Sadosky, Ana María Barrenechea, Ricardo Monner Sans y Antonio Barrutia, ofrecen sus reflexiones sobre diversos procesos acaecidos en la UBA de aquellos años. Aunque sus relatos no aborden exactamente los mismos temas, y aún cuando la mirada sobre temas comunes no apunte siempre en la misma dirección, es posible establecer algunos grandes ejes e interpretaciones ligados a ellos.

Un primer aspecto fuertemente tematizado serán aquellos hechos considerados como de mayor relevancia para la modernización académica, entre los que se evocarán la oferta de cargos de dedicación exclusiva, los llamados a concursos, el paso de regímenes de cursada anuales a cuatrimestrales, la creación de institutos, el otorgamiento de becas nacionales y al extranjero, el mejoramiento de las bibliotecas, la compra de instrumentos para los laboratorios y el arribo de profesores extranjeros.

Otra de las cuestiones consideradas tiene relación con los vaivenes de la situación político-ideológica al interior de la Universidad, punto en el cual son señalados la existencia de un

proceso de polarización política que separaba crecientemente a quienes sólo habían estado unidos por su oposición al régimen peronista, las disputas ligadas al cientificismo y los subsidios del exterior, la resistencia de viejas generaciones y grupos de poder conservadores, con especial presencia en facultades como las de Derecho y Medicina.

Por último, no dejan de aparecer reflexiones en torno a la intervención de la Universidad producida por el gobierno militar encabezado por Juan Carlos Onganía.

A la par de estas interpretaciones que se pretenden generales sobre la situación de la Universidad, se suman experiencias concretas, de carácter más singular, que incluyen cambios específicos en cada una de las facultades, entre los cuales se destacan el relato de Juan Manuel Borthagaray sobre las diferentes tendencias teóricas como políticas en la Facultad de Arquitectura, o las transformaciones en Letras narradas por Ana María Barrenechea. También resultan sumamente interesantes, en este sentido, las reflexiones de quienes, como Ricardo Monner Sans o Antonio Barrutia, encarnaron el reformismo en contextos que, como el de las facultades de Derecho y Medicina respectivamente, se presentaban adversos a éste.

Como señalamos anteriormente, los compiladores señalan que la intención de realizar este libro radica en la importancia que tiene rescatar los acontecimientos narrados para la actual situación Argentina a la que caracterizan como atravesada por una grave crisis social y económica, a la que no serían ajenas las instituciones de la cultura, y en particular el complejo científico y tecnológico. En este punto podría marcarse la ausencia de una mayor justificación de la conexión establecida entre la voluntad de evocar los procesos en cuestión y su relevancia para las condiciones socio-económicas actuales del país.

Para finalizar, y en cuanto a los testimonios presentados, vale decir que el libro da voz a (algunos) protagonistas de un período en el que una serie de circunstancias, entre las que se incluye una fuerte voluntad política de ciertos sectores universitarios, confluyeron en una transformación acelerada de la Universidad de Buenos Aires. Así, y tal como Rotunno y Díaz de Guijarro se encargan de señalar, aparece narrada una parte de esta historia, que no es otra, agregamos desde aquí, que la de quienes, desde el reformismo, impulsaron gran parte de la

misma. En este sentido, el libro puede ser leído como material de referencia para la comprensión de los hechos evocados, o también como material de análisis de los imaginarios que se han ido construyendo alrededor de los mismos por parte de un grupo medianamente homogéneo. En cualquiera de estas dos facetas, y en pos de una construcción más democrática de la historia contada, estas entrevistas podrían ser complementadas por las voces de aquellos que experimentaron (y/o “recuerdan”) los mismos sucesos desde posturas diferentes.

NORMAS PARA LA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS

1. REDES es una revista con vocación latinoamericana, que pretende estimular la investigación, la reflexión y la publicación de artículos en el amplio campo de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, y en todas las subdisciplinas que lo conforman (sociología, política, historia, economía, comunicación, gestión, antropología, educación, análisis institucional, filosofía). Por ello, recibe con gusto contribuciones de académicos y estudiosos latinoamericanos, pero también de otras regiones, para su difusión en el público de la región.
2. Los autores deben enviar los artículos por correo electrónico a redes@unq.edu.ar o por correo a:

REDES, Revista de Estudios de la Ciencia
Instituto de Estudios Sociales sobre la Ciencia y la Tecnología
Av. Rivadavia 2358, piso 6to dpto. 6
C1034ACP
Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Argentina
3. Las colaboraciones deben ser inéditas.
4. REDES publica 3 tipos de artículo: perspectivas, notas de investigación y comentarios bibliográficos.
En cada artículo que se envíe se debe indicar a qué sección corresponde.
La longitud máxima para la sección perspectivas es de 12.000 palabras.
Para Notas de investigación, de 8.000 palabras y para las reseñas 5000.
5. Los artículos deben incluir un resumen en castellano de hasta 200 palabras con cuatro palabras clave. Deberá incluirse también la traducción al inglés del título, del resumen y de las palabras clave.
6. Los cuadros, gráficos y mapas se incluirán en hojas separadas del texto, numerados y titulados. Los gráficos y mapas se presentarán confeccionados para su reproducción directa.
7. Toda aclaración con respecto al trabajo se consignará en la primera página, en nota al pie, mediante un asterisco remitido desde el título del trabajo.
8. Los datos personales del autor, pertenencia institucional, áreas de trabajo y domicilio para correspondencia se consignarán al final del trabajo.
9. Las citas al pie de página se enumerarán correlativamente.
10. Las obras citadas, si las hubiera, se listarán al final y se hará referencia a ellas en los lugares apropiados del texto principal colocando el apellido del autor seguido del año de la edición del libro o del artículo y el número de página cuando se lo necesitara. Ej. (Collins 1985, pp. 129-157).
11. Referencias bibliográficas.

*Se traducirá y castellanizará todo lo que no sea el nombre del autor y el título de la obra (Lon-don = Londres, Paris = París, New York = Nueva York, and = y).

*Los datos se ordenarán de acuerdo con el siguiente esquema:

Libros:

Autor (apellido, nombre), año (entre paréntesis), *título* (en cursiva: si está en lengua extranjera todas las iniciales en mayúscula, si está en castellano sólo la primera inicial en mayúscula), lugar, editorial, n° de edición, cap., p. (o pp.), TODO ENTRE COMAS

Ejemplo

Vaccarezza, L. S. y Zabala, J. P. (2002), *La construcción de la utilidad social de la ciencia*, Bernal, Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes, cap. III, pp. 61-78.

Artículos de revistas o de publicaciones periódicas:

Autor (apellido, nombre), año (entre paréntesis), “título” (entre comillas: si está en idioma extranjero sólo se escribirá en mayúscula la primera inicial del título, como en castellano), *nombre de la revista o publicación* (en cursivas), volumen, N°, editorial, p. (o pp.), TODO ENTRE COMAS.

Ejemplo

Skinner, Q. (2000), “Significado y comprensión en la historia de las ideas”, *Prismas. Revista de historia intelectual*, N° 4, Buenos Aires, Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes, pp. 149-191.

Volúmenes colectivos:

Autor (apellido, nombre), año (entre paréntesis), “título” (entre comillas), en: autor (comp. o ed.), *título*, lugar, editorial, p (o pp.), TODO ENTRE COMAS.

Ejemplo

Stagnaro, A. (2004), “La ciencia desde adentro: las perspectivas antropológicas”, en: Kreimer, P., Thomas, H., Rossini, P. y Lalouf, A. (ed.), *Producción y uso social de conocimientos*, Bernal, Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes, pp. 173-192.

Bibliografía general:

Se ubicará al final del texto. El esquema a seguir será el consignado en “Referencias bibliográficas”. Se eliminará la mención del número de páginas, con excepción de los casos de revistas o trabajos incluidos en volúmenes colectivos. Toda la bibliografía se unificará con el año entre paréntesis después del nombre del autor y las notas al pie remitirán a la Bibliografía [ej.: Stagnaro, A. (2004), p. 185.], que se ordenará al final del texto alfabéticamente y siguiendo el mismo criterio.

12. Los trabajos son sometidos a una evaluación por parte del Consejo Editorial y de árbitros anónimos. La revista no asume el compromiso de mantener correspondencia con los autores sobre las decisiones adoptadas.

SUSCRIPCIÓN ANUAL REDES

Por la presente solicito la suscripción anual (tres números) a REDES, Revista de estudios sociales de la ciencia.

Nombre y apellido:

Institución:

Dirección:

Casilla de correo:

Ciudad:

Código postal:

Provincia:

País:

Correo electrónico:

Teléfono:

Número de tarjeta:

Código de seguridad:

Visa / American Express:

Fecha de vencimiento:

Importe:

Firma:



COSTO DE SUSCRIPCIÓN ANUAL (TRES NÚMEROS):

Argentina: \$60 (incluye gastos de envío)

Mercosur: u\$s 34 (incluye gastos de envío)

Resto del mundo: u\$s 41 (incluye gastos de envío)

Las solicitudes de suscripción están disponibles en <<http://www.unq.edu.ar/>>, y por tarjeta de crédito pueden enviarse por fax al (54 11) 4365-7184. En todos los casos enviar la solicitud original por correo postal. E-mail: iec@unq.edu.ar

La distribución y venta de ejemplares por separado está a cargo de Prometeo Libros Distribuidora. Teléfono: 4864-3297. E-mail: distribuidora@prometeolibros.com
Página web: <<http://www.prometeolibros.com/>>

Esta edición de 700 ejemplares se terminó
de imprimir en el mes de mayo de 2005 en:

Walter Andrés Santiago
BUENOS AIRES PRINT
Anatole France 570 - Sarandí
(1872) Buenos Aires
Tel/Fax: 011 4265-1899

