

REDES 22

revista de estudios sociales de la ciencia

REDES

*Revista de estudios sociales
de la ciencia*

Vol. 11, N° 22, Buenos Aires,
octubre de 2005

Pablo Kreimer
Director

Editores Asociados

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

Consejo Científico Asesor

Antonio Arellano (Universidad Autónoma
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 (Universidad Peruana
Cayetano Heredia)
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)

Editores Asistentes

Mariano Fressoli
Manuel González Korzeniewski
Alberto Lalouf

Diseño de portada e interiores

Mariana Nemitz

INSTITUTO DE ESTUDIOS SOCIALES
DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

REDES 22

revista de estudios sociales de la ciencia

ISSN: 0328-3186

VOL. 11, N.º 22, BUENOS AIRES, OCTUBRE DE 2005



Universidad
Nacional
de Quilmes
Editorial

**UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE QUILMES**

Rector
Daniel Gomez

Vicerrector
Jorge Flores

Roque Sáenz Peña 352
(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
Pablo Kreimer

Avda. Rivadavia 2358,
P. 6 der.
(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

ABSTRACTS	11
------------------------	----

ARTÍCULOS

• La base de conocimiento de la industria petrolera en Venezuela y la dinámica de lo público-privado, <i>Hebe Vessuri, María Victoria Canino e Isabelle Sánchez-Rose</i>	17
• Científicos en el campo de batalla: culturas y conflictos, <i>Jean-Jacques Salomon</i>	51
• Ética e investigación, hacia una política de integridad tecnocientífica, <i>Antonio Arellano Hernández y Laura María Morales Navarro</i>	75

DOSSIER

• Ciencia normal y ciencia hipernormal. Las estrategias de diferenciación y las estrategias conservadoras en la ciencia, <i>Gérard Lemaine</i>	117
--	-----

NOTAS DE INVESTIGACIÓN

• El realismo científico de Ian Hacking: de los electrones a las enfermedades mentales transitorias, <i>María Laura Martínez</i>	153
• La energía nuclear de fusión: aspectos históricos, <i>Mauricio Schoijet</i>	177

RESEÑAS BIBLIOGRÁFICAS

• Karin Knorr Cetina, <i>La fabricación del conocimiento. Un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia</i> , Pablo Kreimer	209
• Edna Muleras, <i>Conocimiento y cambio social. A propósito de una lectura sociológica de Thomas Kuhn y Michel Foucault</i> , Pablo Pacheco	216
• A. H. Goodman, D. Heath y M. S. Lindee (eds.), <i>Genetic Nature/Culture. Anthropology and Science beyond the Two-Culture Divide</i> , Pablo Pellegrini	227
• Carlota Pérez, <i>Revoluciones tecnológicas y capital financiero. La dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanzas</i> , Ana Taborga	234

NORMAS PARA LA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS	243
---	-----

**THE NATIONAL KNOWLEDGE BASE OF THE
OIL INDUSTRY IN VENEZUELA AND THE
PUBLIC-PRIVATE DYNAMIC**HEBE VESSURI | MARÍA VICTORIA CANINO | ISABELLE
SÁNCHEZ-ROSE*Abstract*

Different from what happens in many healthy economies where a university system affords the necessary training for a qualified labor force that also carries out the basic research underpinning the industrial conglomerates of a country, in developing nations universities, traditionally hailed as the factors of development and modernization, have typically had a limited role in the innovation process. Higher education and national industry have often remained distant from each other. Thus, understanding innovation and higher education in underdeveloped contexts calls for concrete analysis and theoretical reflection. To explore these issues in some detail, this work focuses on the complex knowledge relationships within industry; the legacies of intellectual and economic elites in state power; the contrast and complementarities of different knowledge forms; and the roles of academic research. The empirical base is the Venezuelan oil industry experience. Five different socio-cognitive sites sharing a common basic universe –the oil industry–, and a common history, are analyzed. However, it is suggested that each affords only a partial view of the shared reality, being as they are an integral part of a complex universe of interactions and meaning. In view of the fact that the public and the private today play in interconnected ways, beyond higher education, with contradictory effects and implications. Hence, it is argued that a public industry that has inherited many features of the former foreign concessionary firms, and a public research apparatus that accepts the tacit knowledge dynamics of international corporate culture and the dominant technological regime runs the risk of rendering irrelevant the local knowledge base in its corporate strategy.

KEY WORDS: NATIONAL KNOWLEDGE BASE, SOCIO-COGNITIVE SITES, OIL INDUSTRY, PUBLIC/PRIVATE, KNOWLEDGES.

**SCIENTIST ON THE BATTLEFIELD:
CULTURES AND CONFLICTS**

JEAN-JACQUES SALOMON

Abstract

This work analyzes the modifications in the relations between scientists and warfare from the beginnings of modernity until our days, by questioning the links between scientific research and scientific responsibility. The author attempts to show how, the more scientist have been involve in war, the more they have lost independence and gained “bad conscience” as result of their actions. Hence, one of the most problematic issues is the ambivalence of scientist over their research object and the few concerns showed when developing weapons against humanity. The other side of this issue is the active compromise of some scientists for peace and the resolution of conflicts. However, given the changes in world’s scenario and the emergence of conflicts dominated by a “demonization of the other”, its resolution cannot be a matter of scientific rationality but of society and politics

KEY WORDS: “MILITARY-INDUSTRIAL COMPLEX”, SCIENTIFIC-SOLDIER, SCIENTIFIC STANDARDS, WEAPONS OF MASS DESTRUCTION.

**ETHICS AND RESEARCH, TOWARDS A
POLICY OF TECHNOSCIENTIFIC PROBITY**ANTONIO ARELLANO HERNÁNDEZ AND LAURA MARÍA
MORALES NAVARRO***Abstract***

During the last years, the relation between ethics and technoscientific production has been discussed again from several points of view. This interest is mainly due to the prevailing place that technoscience has become to occupy in the social, cultural and political spheres.

This article reconstructs the different forms in which this debate has been approached both from pessimistic or optimistic postures and from those that think technoscience as a paradox. Taking distance from these positions, the authors propose to build an ethics of research that departs from acknowledging the continuous and simultaneous process of construction of objects, problems and values of technoscientific production.

KEY WORDS: ETHICS, TECHNOSCIENCE, SCIENTIFIC RESEARCH, SCIENTIFIC RESPONSIBILITY.

NORMAL SCIENCE AND HYPERNORMAL SCIENCE. STRATEGIES OF DIFFERENTIATION AND CONSERVATIVE STRATEGIES IN SCIENCE

GÉRARD LEMAINÉ

Abstract

This work analyses different strategies that researchers can develop along its scientific career, and the ways by these strategies are conditioned by the social environment (i.e. pressure to publish, evaluation's characteristics, social position). Especial attention is drawn on two groups of strategies that are in permanent tension: on the one hand there are those that support the emergence of what we call "hypernormal science" (namely: those which consist in avoiding risk). On the other hand, there are those that we call "double strategies" characterized by the existence of normal, secure lines of research. The latter can also be hidden other lines, of a riskier character, but at the same time more likely to impulse innovations.

KEY WORDS: PARADIGM, NORMAL SCIENCE, HYPERNORMAL SCIENCE, RESEARCH STRATEGIES.

IAN HACKING'S SCIENTIFIC REALISM: FROM ELECTRONS TO TRANSIENT MENTAL ILLNESSES

MARÍA LAURA MARTÍNEZ

Abstract

In this article we pretend to work about the scientific realism sustained by Ian Hacking, following the way from *Representing and Intervening*, to *Rewriting the Soul* (1995), *Mad Travelers* (1998), *The social construction of what?* and *Historical Ontology* (2002).

Throughout this course, we will analyze the best known side of this philosopher. Namely, his report about the poor-ness of the philosophy of science due to its focus on theory and representation and the consequences it has had for the realism/antirealism debate. On the other hand, we will draw on his proposal to emphasize the intervention, the experimentation, and his support of the realism of entities, mainly based on two arguments: intervention and coincidence.

In his last works, where he defines himself as a dynamic nominalist, we will see how through transient mental illnesses, he proposes to work in social sciences notions such as make up people –with which he tries to reflect the fitness among human beings and actions and its categorizations. Finally we analyze the notion of looping effect of human kinds, namely: the interactions between people and ways of classifying them and their behaviors.

After this brief course, we will analyze some of the valuable contributions of this philosopher, but we will also discuss other aspects of his thinking.

KEY WORDS: SCIENTIFIC REALISM, INTERVENTION, MAKE UP PEOPLE, LOOPING EFFECT.

**NUCLEAR ENERGY BY NUCLEAR
FUSION: HISTORICAL ASPECTS**

MAURICIO SCHOIJET

Abstract

The possibility of controlled nuclear fusion as a source for an unlimited energy supply was suggested since the 1940s, and the first experiments were carried out in the United States in 1951. It has become a large technological research and development enterprise in several countries, but little known by the public. It has shown effects never previously observed for any technological system, involving the need of large size machines in order to demonstrate its scientific viability –which has not yet been established. The time established for its commercial operation –which in the 1950s was believed to be of the order of twenty years– has now been extended to the middle of our century. Therefore, in case of probing its functioning, it would be the most delayed technological system (between first experiments and commercial operation) in the history of technology. This goes against ideas about the acceleration of the scientific and technological progress. I suggest that the persistence of the scientific and technological community involved in nuclear fusion, in spite of these enormous difficulties, might represent a form of irrational behavior.

KEY WORDS: NUCLEAR FUSION, UNPREDICTABILITY, INVIABILITY, IRRATIONALITY.

LA BASE DE CONOCIMIENTO DE LA INDUSTRIA PETROLERA EN VENEZUELA Y LA DINÁMICA DE LO PÚBLICO-PRIVADO

HEBE VESSURI I MARÍA VICTORIA CANINO I
ISABELLE SÁNCHEZ-ROSE*

RESUMEN

A diferencia de lo que sucede en muchas economías saludables donde el sistema universitario proporciona el entrenamiento necesario a una fuerza de trabajo calificada que también realiza la investigación básica que soporta a los conglomerados industriales de un país, en las naciones en desarrollo las universidades, tradicionalmente elogiadas como los factores del desarrollo y la modernización, han tenido típicamente un papel limitado en el proceso de innovación. En efecto, la educación superior y la industria nacional a menudo han permanecido distantes la una de la otra. La comprensión de la innovación y la educación superior en contextos de subdesarrollo necesita de análisis concretos y reflexión teórica. Para explorar estas cuestiones en mayor detalle, este trabajo se concentra en las complejas relaciones del conocimiento en la industria, los legados de las élites intelectuales y económicas en el poder del Estado, la contraposición y complementariedad de diferentes formas de conocimiento con prestigio social desigual, y los roles de la investigación académica.

El soporte empírico es la experiencia de la industria petrolera venezolana. Se analizan cinco sitios socio-cognoscitivos que comparten un universo básico común, el de la industria petrolera, y una historia también común. Sin embargo, se sugiere, cada uno, inevitablemente, proporciona sólo una visión parcial de esa realidad compartida, aun cuando son parte integral de un universo complejo de interacciones y significados. Y se plantea que hoy, en que lo público y lo privado juegan de maneras interconectadas, abarcando a sectores muy amplios de actividad, más allá de la educación superior, con implicaciones y efectos contradictorios, una industria pública que ha heredado muchos rasgos de las antiguas firmas concesionarias extranjeras y un aparato público de investigación que acepta la dinámica tácita de conocimiento de la cultura corporativa internacional y del régimen tecnológico vigente, corre el riesgo de volver irrelevante la base de conocimiento local en su estrategia corporativa.

PALABRAS CLAVE: BASE NACIONAL DE CONOCIMIENTO, SITIOS SOCIO-COGNITIVOS, INDUSTRIA PETROLERA, PÚBLICO/PRIVADO, SABERES.

* Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas.

INTRODUCCIÓN

En el marco de la industrialización del siglo XX, la función de investigación llegó a generalizarse en las universidades de los Estados Unidos junto con las de preservación y transmisión del conocimiento, conformando un modelo organizacional para la producción cognoscitiva que se exportó al mundo entero, y que pasó a formar parte de la sabiduría convencional del desarrollo tecnológico contemporáneo (Arora y Rosenberg, 1998). Se ha llegado a aceptar que el proceso innovador depende de los vínculos dinámicos entre la producción de nuevo conocimiento, la transferencia de conocimiento y el desempeño económico. Aunque factores como éstos son aceleradores, también hay algunos frenos –el financiamiento es uno de ellos, pero también lo es la capacidad de investigación–. Particularmente, en los países en desarrollo los intentos por reestructurar la educación superior, para hacerla servir de manera más eficiente y efectiva, como factor económico a menudo fracasaron. La interfase entre la academia y la industria, especialmente en lo que se refiere a lograr el desarrollo económico y el bienestar nacional, ha permanecido como un tema difícil y evasivo (Vessuri, 1995a, 1998a; Arvanitis y Villavicencio, 1998).

En este contexto, en conexión con la dinámica público-privado en la educación superior, exploramos un enfoque particular del tema. Examinamos cómo hoy, particularmente en contextos de subdesarrollo, lo público y lo privado juegan de maneras interconectadas, abarcando a sectores mucho más amplios de actividad, más allá de la educación superior, con implicaciones y efectos contradictorios. A diferencia de lo que sucede en muchas economías aparentemente saludables, donde el sistema universitario proporciona el entrenamiento necesario a una fuerza de trabajo calificada que también hace la investigación básica que soporta a los conglomerados industriales de un país, en las naciones en desarrollo las universidades, tradicionalmente elogiadas como los factores del desarrollo y la modernización, han tenido típicamente un papel limitado en el proceso de innovación. En efecto, la educación superior y la industria nacional a menudo han permanecido distantes la una de la otra (Vessuri, 1995b). La comprensión de la innovación y la educación superior en contextos de subdesarrollo necesita de análisis concretos y reflexión teórica. Para explorar estas cuestiones en mayor detalle, este trabajo se concentra en las complejas relaciones del conocimiento en la industria, los legados de las élites intelectuales y el poder del Estado, la contraposición de diferentes formas de conocimiento con prestigio social desigual y los roles de la investigación académica.

Nuestro soporte empírico lo tomamos de la experiencia venezolana en conexión con su industria petrolera. Los cambios recientes en la estructura política del Estado y en el control sobre la industria petrolera han puesto al descubierto algunos aspectos interesantes de su organización. Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA) es, por mucho, la industria más grande en el país. Tratamos de enfocarnos en las formas como organiza sus relaciones con las fuentes locales de provisión de conocimiento técnico. La división de trabajo específica, que normalmente apoya a un contrato social difuso entre la gerencia corporativa y la sociedad, se basa en la idea de que hay algo especial –la tecnología– que es dominada por los gerentes, quienes son encargados de trabajar sobre el progreso técnico (y así asegurar el progreso en general). Particularmente, en el caso de las compañías públicas que son propiedad de la nación, eso les da autonomía relativa para trabajar sobre el ámbito tecnológico en tanto son percibidos como que contribuyen al progreso.

A finales del 2002, una huelga general (*lock-out*) liderada por las filas superiores de la industria petrolera pública acabó con el despido de unos 20 mil trabajadores de su fuerza laboral de alrededor de 45 mil personas, entre los cuales se encontraban algunos de los miembros más altamente calificados del personal. Durante la huelga, abandonaron sus puestos de trabajo, por lo que dejaron de ser vistos por la mayoría de la población como trabajadores que contribuían al progreso social general y al bien público, y de esta forma se volvieron ilegítimos a sus ojos.

Desde entonces, las cuestiones de la estructura de conocimiento y la construcción de capacidades en esta nación en desarrollo adquirieron renovada importancia. Algunas personas argumentan que ese despido colectivo implica la destrucción del futuro de la industria y la economía nacional. Por contraste, otros observan que no es cualquier capacidad la que contribuye al bien público. En efecto, las credenciales educativas pueden llegar a servir fines particulares contrarios al bien público. Esto ha implicado para nosotros el comienzo de una nueva exploración del conocimiento en cuanto a estudiar transacciones más intensas con experiencias variables de escala, geografía y otros elementos. Además, nos ha revelado con fuerza inusitada la influencia y el poder del régimen tecnológico existente, que no puede ser fácilmente desmantelado después de construido. La irreversibilidad (es decir, la inflexibilidad) de una tecnología una vez lograda es lo que la hace dura, difícil de cambiar, y la lleva a convertirse en un factor estructural en sí misma.

Este contexto histórico ha abierto una coyuntura favorable para su análisis sociológico, entre otros. Nuestro trabajo se concentra en cinco diferen-

tes sitios socio-cognoscitivos. Cada uno ilumina especificidades particulares, pero comparte un universo básico común, el de la industria petrolera, y una historia también común. Sin embargo, como se sugiere, cada uno, inevitablemente, proporciona sólo una visión parcial de esa realidad compartida, aunque son parte integral de un universo complejo de interacciones y significados. Los límites de demarcación entre ellos son borrosos, con frecuencia uno implica o involucra a otro. Su comprensión requiere considerar múltiples interacciones cuyo efecto acumulativo resulta en configuraciones peculiares de fuerzas y dimensiones. En su accionar, conducente a crear nueva tecnología, los grupos técnicos y sus ambientes sociales crean interdependencias estabilizadas que pueden ser más o menos ricas dependiendo de la variedad y densidad de elementos e interacciones que los caracterizan. En algún sentido, entendemos la noción de *régimen tecnológico* como

[...] conjunto o gramática incrustada en un complejo de prácticas de ingeniería, características de productos, habilidades y procedimientos, maneras de manejar artefactos y personas pertinentes, maneras de definir problemas, todo ello integrado en instituciones e infraestructuras. Los regímenes median entre las innovaciones específicas, a medida que éstas son concebidas, desarrolladas e introducidas, y los paisajes sociotécnicos generales. Los regímenes son logros de cambios anteriores y estructuran el cambio subsiguiente (Rip y Kemp, 1998).

La literatura sobre los determinantes de la innovación se enfoca fuertemente en el sector privado lucrativo, descuidando a menudo otros actores y ámbitos involucrados en la co-evolución de la tecnología y la sociedad. Como buena parte del análisis de la creación de conocimiento, tal como se lo encuentra en los países industrializados, descansa en datos de I+D, particularmente la I+D intramuros desarrollada por las firmas; los países en desarrollo, cuyas firmas no son usualmente innovadoras, son descriptos usualmente como “pobres en conocimiento”. Cuando en un país en desarrollo se produce tecnología moderna en el sector público, ésta a menudo corporiza y expresa conocimiento y elecciones de valor que en su uso y efectos son forzados sobre el huésped receptor, imponiendo una mayor dependencia de más conocimiento externo en la forma del funcionamiento real, el mantenimiento y los repuestos, y que al mismo tiempo vuelve en buena medida irrelevantes y sin valor las capacidades locales. En nuestro análisis planteamos que una industria pública que ha heredado muchos rasgos de las antiguas firmas concesionarias extranjeras, y un aparato público de investigación que acepta la dinámica tácita de conocimiento de la cultura corporativa internacional y del régimen tecnológico vigente, corre el riesgo de volver irrelevante la base de conocimiento local con respecto a la estrategia corporativa.

Antes de elaborar esta idea, examinaremos los sitios socio-cognoscitivos que sirven para construir nuestro argumento: 1) los conocimientos de la industria petrolera venezolana (PDVSA-INTEVEP), 2) las firmas proveedoras, 3) las comunidades de práctica tecnológica (los operadores de refinería), 4) las escuelas de ingeniería de petróleo, 5) la ciencia universitaria.

1. EL CONTENIDO DEL CONOCIMIENTO DE LA INDUSTRIA PETROLERA VENEZOLANA

Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA) es una de las grandes corporaciones energéticas del mundo, cuya red de procesamiento y mercadeo abarca a Venezuela, el Caribe, los Estados Unidos y Europa. Antes de que el intenso proceso de compras, fusiones y alianzas entre 1999 y 2001 re-estructurara el sector petrolero a nivel mundial, PDVSA ocupaba el tercer lugar entre las industrias refinadoras internacionales; hoy es el quinto exportador de petróleo y el octavo productor en el mundo. La historia de esta industria petrolera nacionalizada es conocida en sus trazos generales, incluyendo la situación que el país enfrentó en lo que respecta a la tecnología cuando se hizo efectiva la nacionalización (CEPET, 1989; Brossard, 1994). Cuando ocurrió la nacionalización, el mayor desafío de PDVSA fue adquirir legitimidad comercial. De esta manera se comprometió no sólo en actividades de producción en las áreas de petróleo y petroquímica, sino también en I+D tecnológica y en educación y entrenamiento en sectores vinculados a la industria energética. En la década de 1990, para tener influencia y ser capaz de competir en el nuevo ambiente global, PDVSA reestructuró su negocio de refinación fusionando esta actividad con la de mercadeo, a través de la creación de un nuevo negocio (Refinación y Mercadeo). Las seis refinerías existentes en Venezuela,¹ que antes habían pertenecido a tres diferentes compañías filiales, fueron integradas bajo un único sistema refinador, en una movida dentro del circuito internacional de refinación de PDVSA, que incluye sus ocho refinerías en los Estados Unidos, nueve en Europa y dos en el Caribe.²

¹ Ellas son el Centro Refinador de Paraguaná, Bajo Grande, El Palito, Puerto La Cruz, San Roque e Isla.

² El margen neto de refinación está dado por la diferencia entre el valor de los productos elaborados y el valor de la canasta de crudos procesados. El primero depende en gran medida de la complejidad de la refinería, que es determinada por la capacidad y naturaleza de sus plantas. El segundo está dado por la clase y calidad de los crudos procesados, siendo más pequeño en la medida que los crudos son más pesados. De esta forma, cuanto mayor la complejidad de una refinería y cuanto más pesada su dieta, mayor será su margen neto.

Encargado de la I+D, la ingeniería básica, el apoyo tecnológico y los servicios técnicos especializados para la industria petrolera nacional, su filial de tecnología –el Instituto Venezolano de Tecnología Petrolera (INTEVEP)– se convirtió en una institución respetada, con un personal que llegó a incluir casi 2.000 personas a comienzos de la década de 1990, lo cual representaba el 40% de los mismos profesionales calificados en disciplinas estratégicas para el negocio de la industria.³ Se ha argumentado que los rasgos *sui generis* de INTEVEP lo convirtieron en una industria innovadora de clase mundial, con poca conexión con otras instituciones locales y que éste sería uno de los rasgos de la experiencia venezolana, enfatizando un aspecto limitante clave con respecto a la capacidad innovadora doméstica (Porter, 1990). En otras palabras, si la habilidad de largo plazo para traducir la capacidad innovadora doméstica en competitividad internacional descansa en tener fortalezas en múltiples áreas, entonces la existencia de sólo unos pocos campos de experticia es muy poco probable que produzca ventajas comparativas nacionales de largo plazo. Ésta es una razón adicional para tratar de entender los rasgos de la base de conocimientos de esta industria y sus fundamentos culturales.

Si estamos insatisfechos con el determinismo tecnológico implícito del enfoque “modernizante” de la industria con respecto a la relación entre innovación y crecimiento –que la hace sinónima con I+D –, entonces debemos enfrentar sin tapujos la cuestión de las fuentes y determinantes del conocimiento técnicamente útil. Necesitamos considerar bajo qué circunstancias la industria decide invertir en el complejo de los bienes físicos e intangibles que hacen a un enfoque conocimiento intensivo de la producción. Ésta es una cuestión de estrategia y de control corporativo. El reconocimiento del hecho de que las firmas interactúan con otras instituciones en una variedad de maneras nos conduce a considerar dos principales bases de conocimiento en lo que respecta al petróleo.

Por un lado, está la base de conocimiento específica de la industria petrolera internacional, base que comprende a) al componente de la misma que está disponible en la industria petrolera como un todo y b) aquella porción que es producida y atendida por la compañía nacional (véase figura 1). Por otro lado, está el conocimiento generalmente aplicable en la sociedad venezolana, con énfasis en c) el contexto académico y d) en las firmas locales de consultoría en ingeniería. En el nivel general de *la industria petrolera*,

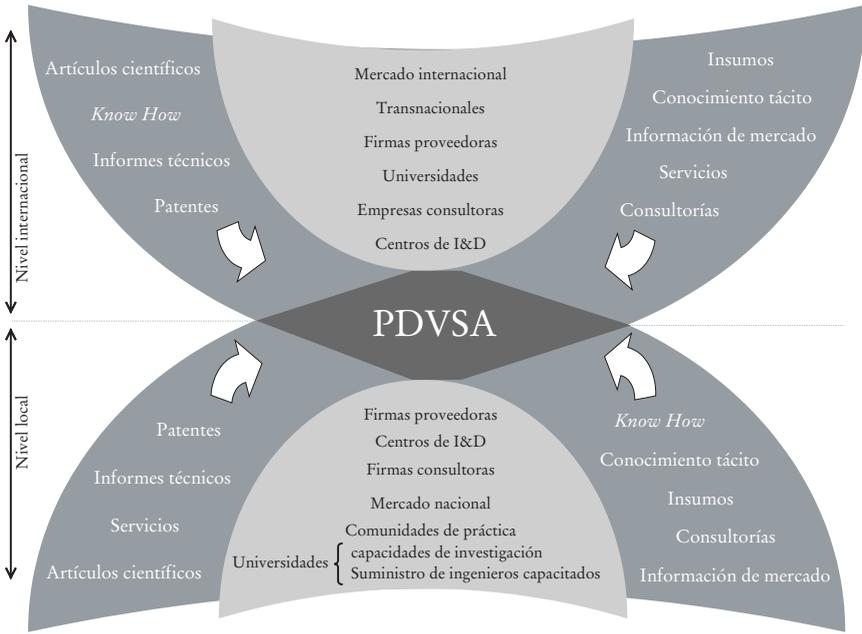
³ Un diez por ciento tenía títulos de doctor, el 15% eran Magisters y el 37% ingenieros y “licenciados”, con el 17% de técnicos universitarios (técnicos superiores universitarios-TSU).

las firmas en diferentes países a menudo comparten parámetros científicos y tecnológicos; hay comprensiones intelectuales compartidas con respecto a funciones técnicas, características de desempeño, uso de materiales y productos, etc. Esta parte de la base del conocimiento industrial es un cuerpo de conocimiento y de prácticas que dan forma al desempeño de todas las firmas operadoras en una industria; es conocimiento accesible que en principio está disponible a todas las firmas. Esta base de conocimiento, sin embargo, no existe en el vacío; en el caso de la industria petrolera, es desarrollada, mantenida y diseminada por instituciones de diversos tipos y requiere recursos (a menudo en gran escala), que subrayan la existencia de un mercado mundial de conocimientos para el petróleo y la tecnología petroquímica, que acompaña la evolución de las capacidades organizacionales de aprendizaje.

Cuando se mencionan los desafíos y las oportunidades para un desarrollo químico en Venezuela, la noticia sorprendente es que de los 1,3 millones de barriles diarios de crudo que se refinan menos del 1% se destina a la industrialización local. Esto es expresivo de la baja integración entre la refinación doméstica y la petroquímica, en claro contraste con la situación de las compañías líderes en el mundo, en cuyo caso se observa que una gran parte de su negocio químico está soportado en corrientes de refinería (Rosa *et al.*, 2002).⁴ La extensa base de materias primas en gas natural, olefinas, metanol y corrientes de refinería, junto con el consumo de productos químicos usados en todas las etapas de la construcción de pozos y en producción petrolera, ofrece oportunidades de revertir esta situación y desarrollar una industria química integrada al sector petrolero, que sacaría ventaja de estos abundantes recursos naturales y de la demanda doméstica, en virtud que se es un país productor de petróleo. En efecto, el desarrollo químico nacional es posible si se aprovecha la presencia de la compañía estatal PDVSA como una palanca en dos direcciones: a) a través de su demanda de productos químicos para sus operaciones de producción de petróleo y b) como generador de básicos e intermediarios dentro de sus líneas de negocio, con el propósito de promover un sistema de producción nacional.

⁴ La “actividad química” de las grandes compañías petroleras, tales como la Total Fina, Elf, ExxonMobil y BP-Amoco, ha sido una consecuencia de factores como poder, experiencia, mercado, tecnología, ambiente, etc. Considerando el factor tecnológico, los desembolsos en investigación y desarrollo han representado en promedio entre el 3% y el 5% de las ventas. Esto les ha permitido mitigar la reducción en los márgenes de ganancias durante períodos de bajos precios, permitiendo mayor estabilidad de las ganancias totales y optimización del capital invertido.

FIGURA 1. BASE DE CONOCIMIENTO DE LA INDUSTRIA PETROLERA VENEZOLANA



Sin embargo, el país ha tenido sólo acceso limitado al aprendizaje de la explotación del potencial existente de procesamiento de productos de mayor valor agregado, tales como los petroquímicos. El desarrollo de este sector en Venezuela quedó por debajo de las expectativas. Ha sido sólo recientemente que se desarrolló una mayor conciencia de la importancia y factibilidad de la industrialización aguas abajo de las corrientes de refinería usadas principalmente en la producción de combustibles, en productos de alto valor agregado que pueden ser manufacturados directamente por terceras partes o en asociación con una de las filiales de PDVSA. Se ha identificado que las principales barreras a una mayor industrialización son financieras (asociadas a la manufactura y desarrollo de productos), además de la insuficiencia de políticas, un marco jurídico y regulatorio inadecuado, una infraestructura física y de servicios limitada y una capacidad de absorción tecnológica restringida. También suele mencionarse la pequeña escala de las firmas, su poca integración, tecno-

logía deficiente, largos tiempos de ejecución y altos costos de construcción de las plantas. Adicionalmente, se hace referencia a una limitación persistente en el mercadeo y las ventas, que requieren otras capacidades: particularmente, el país tiene poco conocimiento y experiencia en exportaciones de tecnología. De esta forma, aunque convencionalmente se suele destacar la educación como uno de los elementos eficaces para el logro del desarrollo económico y social, en la práctica la significación de la educación y las tareas educativas en el desarrollo resulta muy compleja y requiere ser acompañada de otras fuentes de producción para hacer uso óptimo de la fuerza de trabajo educada.

La base de conocimientos del INTEVEP –como el brazo tecnológico de la industria petrolera– llegó a ser altamente específica con relación a sus rasgos muy especializados, con algunas tecnologías que llegó a conocer bien y que pasaron a formar la base de su posición competitiva. Inaugurado en 1976, el Instituto llegó a tener una muy buena infraestructura de laboratorios (16 mil m²) con instrumentación avanzada y una extensa red de computadoras y estaciones de trabajo, una biblioteca-centro de información tecnológica con bases de datos internacionales, un complejo de 27 plantas piloto y 11 unidades de servicios para la simulación de procesos que permitían resolver problemas operacionales de complejidad variable, al igual que bancos motores para pruebas de lubricantes y combustibles, además de un Centro Experimental de Producción en el estado de Zulia, integrado por un pozo experimental de campo completo o laboratorio de campo, instalación que permite simular y reproducir las condiciones reales de los pozos de petróleo de Venezuela, y un Banco de Fluidos de Perforación y Cementación de Pozos.⁵ Sus áreas de investigación han incluido la explotación de crudos pesados y extra pesados, el mejoramiento y conversión, procesos de combustibles limpios, tecnologías de explotación y perforación, actividades petroleras en ciencias de materiales y ambiente, uso industrial del gas natural, calidad de productos, especialidades y químicos.⁶

Como esta es una industria que tiene reputadamente altos estándares internacionales, pudiera esperarse que fuera ser el sector más intensivo en conocimientos de toda la economía. Sin embargo, aunque buena parte del

⁵ <http://www.pdvsa.com/intevp/espanol/intevp_recur_es.html>.

⁶ Entre los mayores resultados o productos están combustibles para la generación de energía, procesos para la conversión de crudos pesados, tecnología de bio-remediación ambiental, diversos aditivos y fluidos de perforación. Llegó a tener un portafolio de más de 260 desarrollos tecnológicos generados a lo largo de casi treinta años de experiencia en investigación, desarrollo y servicios técnicos. Para un estudio socio-histórico de algunas de estas tecnologías, véase Vessuri y Canino (1996) y Canino (1997).

análisis convencional de la innovación tecnológica descansa en datos de I+D intramuros, sería un error identificar la creación de conocimientos sólo con este tipo de actividad, en parte por razones conceptuales y en parte por razones prácticas. Conceptualmente, los datos de I+D tienden a depender de una visión de la innovación que enfatiza exageradamente el descubrimiento de nuevos principios científicos o técnicos como el punto de partida de un proceso de innovación. En ocasiones llega a considerarse la innovación como un conjunto de estadios de desarrollo que se originan en la investigación (como una consecuencia de la supuesta significación previa de la investigación que está detrás del uso de la I+D como un indicador de conocimiento clave).

Una noción diferente, la de aprendizaje, ha sido preferida por algunos analistas por una cantidad de razones. El aprendizaje no necesariamente implica el descubrimiento de nuevos principios científico/técnicos y puede también basarse en actividades que recombinan o adaptan formas existentes de conocimiento (Smith, 2002). Muchas actividades relevantes no son ni mensurables ni visualizables en datos de I+D, como el entrenamiento, la investigación de mercado, el diseño, la producción piloto y el *tooling up*, así como tampoco los costos de los derechos de la propiedad intelectual; la I+D aparece, simplemente, como uno de los componentes de las actividades de innovación y de ninguna manera el mayor.⁷ Esto no significa negar la importancia de la I+D, sino que la reubica en el seno del proceso de innovación como una *actividad de resolución de problemas* más que como un acto iniciador de descubrimientos. Del mismo modo, supone reevaluar la significación de la contribución de otras fuentes de conocimiento. Muchos de los complejos de instrumentos y materiales especializados, y las habilidades y tecnologías necesarias para usarlos, quedan fuera del alcance de la I+D e incluso de la industria, en las instituciones científicas y proveedoras de tecnologías y tecnólogos, en los ámbitos más amplios sugeridos más arriba. Estos otros insumos se apoyan en vínculos indirectos, relativamente poco explorados con las universidades, institutos de investigación y firmas proveedoras. Así es como llegamos a nuestro segundo sitio socio-cognoscitivo, las firmas proveedoras.

2. FIRMAS PROVEEDORAS DE LA INDUSTRIA PETROLERA

Si regresamos a nuestro argumento inicial, en el que establecimos que, en términos generales, los países no logran desempeños sobresalientes por medio

⁷ Las cifras de I+D en INTEVEP variaron en el tiempo en torno a una proporción que cambió de una tasa de I+D/Servicios de 70%-30% a una de 30%-70%.

de firmas o sectores aislados, sino por la agrupación de sectores asociados que mantienen interacciones intensas de cooperación y competencia, entonces la estructura de las relaciones de proveedor-consumidor aparece como un elemento clave en las estrategias para crear y consolidar ventajas competitivas y agregar valor en las cadenas productivas. Cuando hay una estrecha relación de trabajo entre proveedores y consumidores, ambos tienden a actuar como una ruta rápida para la difusión de información de firma a firma. Esto tiene un efecto directo sobre los procesos de innovación y mejoramiento a través de la cadena, y crea, cuando está presente, un mecanismo para la generación y movilización de la información que permite a los agentes conseguir, con menores costos de transacción, los lineamientos para el despliegue de recursos y técnicas y oportunidades emergentes.

Cuando volvemos a Venezuela, encontramos que en la economía nacional pueden distinguirse tres diferentes estructuras productivas industriales (Pirela, 2004). En su núcleo está una estructura productiva constituida casi en su totalidad por industrias de procesos, directamente vinculadas a la producción petrolera, y casi por completo en manos del Estado. Su productividad relativamente más elevada determina, en principio, un amplio acceso a recursos científicos y tecnológicos avanzados y herramientas gerenciales sofisticadas disponibles en el mundo global de los negocios. En esto no sólo está involucrada PDVSA sino también las grandes corporaciones extranjeras activas en el país, a través de sus casas matrices y otras firmas públicas en la actividad petrolera, tales como las grandes firmas petroquímicas, compañías de generación, transmisión y distribución de electricidad, las grandes firmas metalúrgicas de Guayana y también los servicios públicos como el agua.

Una segunda estructura productiva, en su mayor parte privada y compuesta por industrias de productos y procesos, fue esencialmente creada con el apoyo indirecto de la riqueza petrolera, en espacios tradicionales que en general no han demandado altos niveles de inversión, orientadas al consumo final y masivo (bebidas, alimentos, ropa, textiles, metalurgia, particularmente automóviles y autopartes e insumos para la industria de la construcción). Tradicionalmente, la política industrial sólo ha considerado a esta estructura como objeto de política. En efecto, esta estructura productiva ha sido concebida como una alternativa más que como un complemento de la economía petrolera, en ausencia de un interés real de tejer procesos productivos más densos. La política industrial se mantuvo alejada de cualquier cosa que pudiera asociarse al papel industrializador de la industria petrolera y como consecuencia este sector no ha sido competitivo.

Una tercera estructura productiva o grupo de firmas, casi totalmente privadas y a menudo vinculadas a compañías extranjeras a través de consorcios,

produce bienes y servicios para la industria petrolera y petroquímica e industrias de procesos en general. Estas firmas han logrado adquirir un potencial competitivo considerable, precisamente por su condición de proveedoras del sector petrolero. Pero han estado casi totalmente fuera del alcance de la política industrial, mientras que sus éxitos y fracasos se han relacionado con los efectos de las fuerzas de mercado o los altibajos de las políticas de PDVSA. Incluso en este último caso, PDVSA ha descartado cualquier intención de desarrollar la competitividad de los proveedores locales como mero proteccionismo atrasado. Agregado a ello, hay un comportamiento corporativo que favorece la opacidad y la confidencialidad. El resultado es que los proveedores nacionales regulares corren en desventaja con respecto a los proveedores extranjeros, y no han podido contar con estimaciones confiables y desagregadas acerca de la inversión de PDVSA y de sus planes de compras, excepto por cálculos muy agregados, escritos generalmente en inglés y disponibles primero en los grandes centros de adquisición de Texas o Europa.

Este sector productor de bienes y servicios que atiende la demanda interna de la industria petrolera es complejo y bastante atomizado. Está conformado por varios cientos de firmas, con una gran variación de tamaño, actividad, ubicación geográfica y fuente de capital. Son firmas que producen manufacturas metal-mecánicas especializadas, equipos eléctricos y electrónicos, ingeniería de consultoría y desarrollo, y tecnologías de apoyo de información y comunicación; además, realizan construcción y montaje, servicios de campo especializados –incluyendo mantenimiento y reparación–, servicios ambientales, evaluación de variables técnicas operacionales, seguridad y salud ambiental, y muchos otros aspectos relacionados con las industrias de procesos, cuya experiencia se construyó en buena medida en base a la demanda de la industria petrolera y los estándares técnicos impuestos por PDVSA (Pirela, 2000).

Durante la coyuntura de la “apertura petrolera” (es decir, apertura a la participación privada en la industria nacionalizada y monopolio estatal) en la segunda mitad de la década de 1990, las expectativas en este sector fueron elevadas, hasta el punto que la mayoría de las firmas optaron por aumentar su capacidad operativa, consiguiendo nuevas asociaciones con proveedores de tecnología o capitales, y/o subcontratando operaciones de producción o servicios.⁸ Al no encontrar en los hechos una respuesta adecuada de la alta

⁸ Desde entonces ha quedado claro que si bien la intención publicitada de la llamada “apertura petrolera” era transformar la compañía petrolera nacional en la “locomotora de la economía nacional”, la orientación privatizadora que predominó dejó pocas oportunidades para poner en marcha un proceso realmente nacional de producción de tecnología.

gerencia de PDVSA que los incorporara efectivamente a la “locomotora” de crecimiento (que se suponía era la “apertura petrolera”), siguió una gran frustración en lo que ha sido descrita como la peor crisis del sector en 1998-2003. La poca coherencia del comportamiento de PDVSA y del proceso de “apertura petrolera” con respecto a los proveedores nacionales se hizo evidente. La excesiva dependencia de las firmas respecto de PDVSA —excluyendo posibilidades de diversificación de su portafolios de clientes y oportunidades de explorar nuevas áreas de negocios— supuso su extrema vulnerabilidad a los altibajos del negocio petrolero internacional, con implicaciones adversas para la inversión de capital fijo, expansión de plantas y desarrollo tecnológico. Un contexto macroeconómico que era adverso al crecimiento de la competitividad de los proveedores domésticos de la industria petrolera y la volatilidad de los precios de petróleo en el mercado internacional sólo podía resultar en la adopción de un comportamiento conservador, reacio a asumir riesgos, característico de una estrategia de supervivencia por parte de esas firmas.

Otro indicador es la poca disposición, inhabilidad o falta de confianza de parte de PDVSA para producir y hacer disponible a sus propios sistemas de compra, las enormes bases de datos que había construido durante muchos años de evaluación el INTEVEP y los resultados de los contratos con sus proveedores domésticos. Por otro lado, no hay duda de que una base de datos de este tipo es de valor estratégico para PDVSA y el país, particularmente cuando se piensa en términos de política industrial y tecnológica. Puede mencionarse que con esta orientación, y por algún tiempo, instituciones académicas nacionales como el Centro de Estudios del Desarrollo (CENDES) y el Instituto de Altos Estudios de Administración (IESA), y también otras agencias públicas y privadas como el Instituto Nacional de Estadísticas, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, PetroLatin, CONINDUSTRIA y Venezuela Competitiva, han estado trabajando y acumulando datos. Lo que se transparenta de las relaciones entre la industria petrolera y los proveedores nacionales es que aunque ha habido una infraestructura local para construir una cantidad considerable de equipos y otras piezas para la industria, PDVSA prefirió sistemáticamente comprar en el extranjero dejando cuanto más el diseño para ser hecho localmente. Como el costo del diseño de ingeniería es probablemente el 10% del valor de una planta, mientras que en la construcción está envuelta una cantidad significativa de dinero, uno empieza a entender la función de la ingeniería dentro de PDVSA y de sus proveedores locales por comparación con las compras internacionales. Sus ingenieros eran ingenieros-administradores, que gerenciaban contratos, sin desarrollar los proyectos, pues eso era hecho por firmas consultoras.

Algunos analistas han argumentado que una visión negativa con respecto a las firmas venezolanas entre los ejecutivos de PDVSA ha influenciado la matriz de opinión (Pirela, 2004). La sociedad venezolana y diferentes gobiernos han tendido tradicionalmente a la desconfianza como el punto de partida para negociar con empresarios locales. La cultura dominante no percibe que la voluntad de lucro de un empresario no sólo puede ser compatible con una conducta honesta, sino que también puede ser un hecho positivo para el desarrollo. En todo caso, el hecho es que las firmas extranjeras que han participado en el proceso de “apertura petrolera” o de participación de privada han sido corporaciones bien establecidas en el mercado mundial y la mayoría han impulsado programas muy amplios, complejos y costosos de desarrollo de proveedores y cadenas de aprovisionamiento, en sus áreas tradicionales de operación. Algunos ejemplos son el programa CRINE (Gran Bretaña) y NORSOK (Noruega), en los que participan firmas como Shell, British Petroleum y otras también presentes en Venezuela. Dentro del escenario de los contratos de la “apertura petrolera”, las cuestiones referidas a la provisión nacional de bienes y servicios permanecieron como parte de la retórica no cumplida, con poco que pudiera servir efectivamente para una política explícita de incentivos directos del componente nacional dentro del proceso de “apertura”.

Se sabe que las industrias de procesos tienden a emplear pocas personas. Esto, entre otras cosas, produce el “efecto de enclave” reconocido en las economías subdesarrolladas, como en el caso de Venezuela y su industria petrolera. Sin embargo, el resultado combinado de la industria petrolera con sus proveedores en la economía nacional pudiera eventualmente resultar en una situación más equilibrada con efectos sociales positivos, porque los sectores relacionados son intensivos en mano de obra, empleando a trabajadores con diferentes niveles de calificación. Estas firmas necesitan crecer, ya que la mayoría son demasiado pequeñas según estándares internacionales y deben desarrollar ventajas competitivas en tecnología, precios, calidad y condiciones de entrega. Cientos de firmas privadas nacionales pudieron ser fortalecidas y adquirir una capacidad competitiva y escala de exportación estable. Los criterios de adecuación y valor usados en este caso muestran que aspectos no técnicos pueden llegar a dominar el proceso decisorio, de modo que la calidad “científica” o “técnica” acaba teniendo claramente menor peso. Cuando todas las partes tienen una conciencia reflexiva de lo que está sucediendo, el contacto puede ser fructífero y creativo, pero cuando una parte es demasiado débil con respecto a la otra, hay un fuerte desequilibrio de poder; y lo más probable es que de ello resulten la manipulación y la corrupción.

3. DEL CONOCIMIENTO CODIFICADO AL CONOCIMIENTO TÁCITO EN LAS COMUNIDADES DE PRÁCTICA TECNOLÓGICA

Nuestro tercer sitio socio-cognoscitivo se refiere a las comunidades de práctica tecnológica en la industria. Nuestra evidencia en este caso proviene de operadores de refinería, esto es, técnicos que atienden las necesidades de las plantas petroleras, tanto al aire libre cuidando de una válvula u otro “hierro”, o en la “consola” de funciones automatizadas en las unidades de control dentro de la refinería. En el contexto de la refinería, la organización del trabajo envuelve relaciones entre instituciones (institutos tecnológicos, escuelas, firmas, sindicatos), generaciones (maestros y aprendices, viejos y nuevos trabajadores) e identidades culturales, sociales y políticas que combinan conocimiento tácito y codificado. La observación, la imitación, la experiencia empírica, el proceso de hacer juntos, el intercambio de experiencias, la reflexión sobre lo que se hace, constituyen la base del conocimiento tácito que es convertido parcialmente en conocimiento codificado a través de la comunicación lingüística, conceptos abstractos, conocimiento formal, programas de codificación y simulación, etc. En una palabra, lo que vemos en este contexto es el *locus* de la tecnología tal como se corporiza en una comunidad de técnicos y en las tradiciones de práctica que posee esa comunidad (Constant II, 1984).

Los sistemas técnicos petroleros tienen significados con múltiples impactos y sirven para establecer y sostener relaciones de poder sistemáticamente asimétricas. Una instancia de esa asimetría se expresa en las tensiones entre los manuales de procedimiento (identificados con la función de ingeniería) y la práctica real (percibida como parte de la experiencia operacional), de acuerdo con las diferentes posiciones en las cuales los trabajadores se encuentran a sí mismos en el jerárquico sistema técnico petrolero. Hay ambivalencia hacia dichos manuales que si bien en teoría corporizan el modo de trabajo en la industria, de hecho están constantemente bajo revisión porque la rutina diaria hace evidente la presencia de fallas, errores e insuficiencias. El principal problema con los manuales de procedimiento consiste en las dificultades de establecer una correspondencia entre la generalidad de la norma y la particularidad de la práctica. La forma como se construyen tradiciones en la práctica tecnológica petrolera rutinaria envuelve por tanto la aplicación de normas generales a situaciones individuales y concretas, aunque incluyendo la posibilidad de que el operador individual pueda actuar eventualmente en la forma de una excepción a la regla en situaciones singulares y contingentes.

La noción de “eficiencia” ofrece un poderoso mecanismo discursivo en el cual prevalece la consideración que el objetivo de la firma es obtener beneficio de la relación productiva. La eficiencia puede traducirse en orden legiti-

mado por los intereses de todos los que tienen intereses en el sistema técnico. Cuando hay una diferenciación marcada, como en la refinería, entre los grupos de gerencia y de operaciones, es posible observar una polarización de intereses donde se impone el orden. La organización del trabajo no está determinada por los aspectos estrictamente técnicos del sistema, sino por quienes están en condiciones de imponer orden y aquellos sometidos al mismo. De esta división del trabajo entre la gerencia y los operadores derivan problemas concretos de legitimación. Puede verse que las operaciones por medio de los manuales de procedimientos son en última instancia una imposición. Normativamente, ningún trabajador puede liberarse de él a pesar de sus errores recurrentes, aunque puede hacerlo tácitamente, mientras que en la operación prevalece un tipo tradicional de legitimidad.

La dominación se define por la obediencia esperada de los otros. La obediencia es el resultado no sólo del poder de la firma petrolera, particularmente a través de su capacidad de dar empleo, sino también el resultado de la creencia de los operadores en la función tecnológica de los gerentes.

Un evento contingente nos permitió poner en evidencia la estructura de dominación ejercida por la gerencia y evaluar la importancia del conocimiento tácito e informal corporizado en la comunidad de practicantes compuesta por operadores de la refinería. La Refinería de Puerto La Cruz fue la única que no interrumpió las operaciones en el país durante la huelga de la industria petrolera con intención de derrocar al gobierno entre diciembre de 2002 y febrero de 2003, aunque la línea de gerencia vertical se rompió durante ese lapso. La disciplina de trabajo tradicional impuesta por la gerencia embebida en la cultura corporativa fue puesta de cabeza por los niveles superiores de la gerencia cuando urgieron al personal subalterno a que detuvieran las operaciones en las plantas. Apelando a la misma disciplina y lealtad corporativa hacia la industria “nacional”, un grupo de trabajadores decidió desobedecer las órdenes superiores manteniendo en funcionamiento la refinería. En esa ocasión, pudimos observar el quiebre de la jerarquía laboral anclada explícitamente en la estratificación formal de conocimiento codificado.⁹ Las

⁹ Esto podría verse en analogía con el “experimento de ruptura” de Garfinkel, “un procedimiento de investigación que disrumpe la acción ordinaria para que el analista pueda detectar y exponer algunas expectativas que dan a escenas comunes su carácter familiar de vida como de costumbre, y relacionar a éstas con las estructuras sociales estables de las actividades cotidianas” (Garfinkel, 1967). La refinería en cuestión era una instalación relativamente pequeña y antigua con un bajo nivel de complejidad (operaciones de HHC), que por ello probablemente despertó menos interés entre los líderes de la huelga. En el contexto que siguió en el que se generó una situación de incertidumbre, perplejidad, ansiedad y confusión hubo una ruptura con el orden normativo y se cuestionaron las estructuras de vigilancia, gobernabilidad y control cotidiano (Mann *et al.*, 2003).

actividades en la industria petrolera continuaron durante la huelga, mientras que la gerencia y responsabilidad operativa durante la emergencia fueron asumidas en gran medida por individuos quienes tenían un origen educativo como técnicos, llevando a que el proceso se conociera como “la revolución de los egresados del IUT” (Canino y Vessuri, 2005).

Los operadores técnicos recibieron inesperadamente la orden de la gerencia de “parar” las operaciones de planta entre el 2 y el 6 de diciembre de 2002,¹⁰ en un contexto en el cual temían que sus superiores, quienes eran percibidos como saboteando la producción, les estuvieran pasando información equivocada. Saltando por encima de la línea de mando y sencillamente como consecuencia de la confusión y el pánico ante su responsabilidad en el manejo de las operaciones en la refinería, comenzaron a intercambiar opiniones e información con sus compañeros inmediatos y, según su versión de la historia, se dieron cuenta que la información que les daban los gerentes no era cierta. La porción de despacho internacional en esta refinería también se vio trabada por una acción combinada por la gerencia que controlaba una cantidad de actividades relacionadas, en connivencia con los buques tanqueros extranjeros anclados fuera del puerto local. La estación de llenado local (“el llevadero”) también estaba bloqueada. Lo mismo ocurría con todos los componentes de informática de la refinería: facturas, órdenes, listas de salarios y pagos de jornales, sistemas de seguros médicos, pagos a proveedores, listas de clientes, etc. En efecto, los cinco pisos del edificio de Gerencia y Servicios en la refinería estaban casi vacíos. Sólo unas pocas personas habían quedado trabajando en los muelles, nadie en el puerto; la mayoría de los operadores que permanecían activos pertenecían al área de refinación.

La decisión de mantener operativas las instalaciones en condiciones tan irregulares implicaba que los trabajadores de diferentes unidades que no se habían incorporado a la huelga tenían que trabajar juntos, comer y dormir en el mismo lugar, pues además de la falta de personal tenían que mantenerse vigilantes contra posibles sabotajes. Como las operaciones tenían que realizarse manualmente porque los sistemas automatizados habían sido bloqueados, los operadores buscaron la ayuda de personal jubilado y otros trabajadores que por diversas razones habían sido despedidos por la compañía y que eran

¹⁰ Una “parada” en una refinería sólo puede ocurrir por dos razones, ya sea para repararla o ampliarla. En cada caso debe ser programada cuidadosamente en un proceso muy detallado que envuelve contratar a mucha gente y conseguir insumos y repuestos en grandes cantidades que deben estar disponibles al momento. Una parada de reparación y mantenimiento estaba programada para abril de 2003, mientras que los dirigentes huelguistas pretendieron convocarla intempestivamente en diciembre de 2002.

recordados por sus compañeros por su saber hacer y experiencia en operaciones. Igualmente, trabajadores de firmas contratistas que operaban en PDVSA prestaron sus servicios en áreas críticas de la refinería durante la crisis. La campaña de descrédito respecto a las capacidades de los trabajadores por parte de los medios locales se convirtió en una fuerte presión psicológica. Muchas veces se asustaron ante la visibilidad pública que adquirieron durante la emergencia; además, comenzaron a recibir amenazas contra ellos y sus familias para que abandonaran su lucha. Durante el período de emergencia, todos hicieron de todo en lo que resultó un achatamiento extremo de la gestión. Si bien puede argumentarse que la estructura de autoridad en la refinería con todo se mantuvo por la presencia y acción en el lugar de los investigadores y técnicos de INTEVEP, también es cierto que fue necesario apoyarse muy fuertemente en varios grupos de trabajadores no calificados que ayudaron a asegurar las operaciones y el control de las instalaciones contra sabotajes, en un ambiente altamente peligroso. Algunas de esas personas ni siquiera pertenecían a la industria petrolera, sino que eran habitantes de las barriadas vecinas, quienes eran pro gobierno y estaban organizados políticamente en los llamados “círculos bolivarianos”.

Esta experiencia mostró muchas cosas. De entre ellas, la que es de interés para nosotros aquí, es que hay una fuente de conocimiento que no es insignificante para la industria en personas que usualmente no son incluidas en las descripciones de capital humano o cuando se habla de las capacidades de una industria. Con este ejemplo sorprendente simplemente queremos llamar la atención sobre este componente frecuentemente ignorado de la base de conocimiento industrial y la importancia de trabajar sobre él.

4. LO PÚBLICO Y LO PRIVADO EN LA COLABORACIÓN UNIVERSIDAD-INDUSTRIA

Un sitio socio-cognoscitivo interesante para explorar algunas facetas de lo público y lo privado son las instituciones universitarias en las circunstancias en que generan y sostienen flujos cognoscitivos entre sí y con el sistema productivo. La naturaleza privada o no privada de la ciencia no sería un rasgo intrínseco. Nuestro argumento en esta sección abona la idea que los diferentes grados de apropiabilidad resultarían de configuraciones estratégicas de los actores relevantes y de las inversiones que ellos ya han hecho o están pensando hacer. En la cooperación entre la industria y la universidad las estrategias de intercambio y puesta en común del conocimiento entre socios que disponen de un monopolio sobre las inversiones necesarias para el uso del conocimiento hace que la ciencia aparezca como ciencia pública, mientras

que de hecho podría verse como otro bien privado compartido entre varios propietarios, tal como lo propuso Callon (1994).

A lo largo de los años, la industria petrolera venezolana dio pequeños pasos, claramente insuficientes, para desarrollar los recursos de ciencia y tecnología en el contexto académico nacional. Esto puede parecer extraño, ya que, dada la nacionalización de la industria petrolera, se pudiera haber esperado que el rol de las universidades locales en la investigación hubiera aumentado sustancialmente. Una posible interpretación de por qué esto no fue así es que las políticas de desarrollo institucional seguidas por la industria petrolera nacionalizada fueron parcialmente responsables de la brecha entre niveles técnicos elevados y los que prevalecían en el resto de la economía y la sociedad. El impulso de INTEVEP para crear su propia base de conocimiento intramuros acabó teniendo efectos negativos en cuanto a dar forma a una base nacional de capacidades. Se estableció una política para entrenar recursos humanos en los mejores centros del extranjero. Cuando se comenzó a formar recursos humanos técnicos en el país, la industria petrolera drenó persistentemente los cuadros profesionales valiosos de las instituciones nacionales de educación superior sin definir simultáneamente un plan de entrenamiento nacional de largo plazo ambicioso y consistente con una visión estratégica con respecto a la fuente básica de riqueza nacional.

Cuando PDVSA creó su propio centro de estudios avanzados en materia petrolera, el CIED, envió señales claras a las universidades públicas que competiría con esos espacios tradicionales para resolver sus problemas de tecnología avanzada. Los límites entre una ciencia “pública” que disemina sus resultados y otra que asume su confidencialidad es un resultado de decisiones estratégicas (privadas) que pueden conducir a un bien público, lo cual puede ser visto como un modo posible de privatización. Este es particularmente el caso en conexión con industrias públicas que, en tanto son empresas, pueden asumir la lógica comercial. El apoyo de estas industrias a la actividad académica, aun cuando dirigido a la ciencia diseminada públicamente, puede ser interpretado fácilmente como ayuda a actores que, por razones de estrategia comercial (riesgo compartido, acuerdos cooperativos para fines de lucro resultante de bienes compartidos) han preferido hacer no competitiva y no exclusiva una fracción del conocimiento que producen y otra porción rival y exclusiva.

Hasta cierto punto, inicialmente y por un tiempo, el crecimiento institucional hacia adentro en la industria petrolera nacionalizada puede haber sido inevitable en vista de la ausencia de capacidad doméstica redundante, que demostró ser tan importante en la industrialización de países como Alemania a mediados del siglo XIX (Mendelsohn, 1964). Pero en el largo plazo, esta

política debilitó el sistema académico nacional y con él a la misma fuente de producción local de conocimiento. La desconfianza y la cautela frente a las demandas que se originaban en el sector petrolero público pasaron a ser un rasgo común en las universidades públicas.¹¹ Cuando nos preguntamos cuál ha sido el papel de la Universidad, la respuesta es que no ha tenido un rol estratégico, aceptando una posición subordinada en la provisión de entrenamiento básico del personal –geólogos, geofísicos, químicos, ingenieros petroleros, etc.– que se incorporó a la industria. ¿Por qué decimos esto? Porque la industria petrolera tuvo un esquema de desarrollo de recursos humanos que supuso que las personas tenían que tomar una batería de cursos “técnicos” para ser asignados internamente a diferentes puestos de trabajo. Sólo después de tomar tantos cursos uno era eventualmente “canalizado” en la empresa, no solo técnicamente sino también absorbiendo la cultura corporativa. Los cursos los dictaban Shell, Exxon, etc., es decir las matrices de las antiguas compañías concesionarias.

La baja prioridad de la educación superior local se refleja en la situación de la Escuela de Petróleo en la Universidad Central. Aunque no tiene el menor número de estudiantes siempre tuvo el presupuesto más bajo de la facultad de ingeniería. A medida que el conocimiento se convertía en un bien de valor la escuela aparecía como una institución aplastada por muchas resistencias al cambio y desacuerdos internos con respecto a qué significaba estar “comprometidos” con el desarrollo económico y social. Algunos de los profesores entrevistados creen que el interés y buena voluntad de PDVSA era crucial para la supervivencia y actualización de la escuela. Sin embargo, claramente esta visión no era compartida por otros miembros de la comunidad universitaria, o por elementos en PDVSA y el Ministerio de Energía y Minas (MEM). Esto ayuda a explicar la situación paradójica de debilidad en la cual siempre se encontraron las escuelas de petróleo en este país productor de petróleo. El reverso de la moneda del maltrato de las universidades por la industria petrolera es atribuible a la profunda desconfianza de parte de amplios segmentos de la comunidad académica, que siempre han visto la asociación de la universidad con la industria petrolera como algo “impuro”.

Un intento especial de aproximación de la industria petrolera a las universidades ocurrió en 1998, en el contexto del programa nacional de lo que se llamó “apertura petrolera”, el cual fue interpretado por algunos como una re-privatización de esa industria. Se firmó un acuerdo general de coopera-

¹¹ Nos referiremos más adelante a una expresión de esta desconfianza mutua, en conexión con los acuerdos muy publicitados entre PDVSA y las universidades.

ción entre, por un lado, dos unidades de PDVSA –INTEVEP y CIED– y, por el otro, las tres universidades nacionales (UCV, LUZ y UDO) formadoras de ingenieros petroleros y geólogos para el fortalecimiento de las escuelas de Geociencias y Petróleo en el nivel nacional.¹² El razonamiento subyacente pudiera muy bien ser que dado que la universidad pública era la conciencia crítica de la nación, al darle una porción en el negocio, ella cedería en sus objeciones. Así, aunque sin mucho entusiasmo, PDVSA declaró su interés en hacer que la Universidad respondiera mejor a las necesidades del negocio petrolero y su voluntad de apoyar iniciativas académicas que tuvieran una orientación de negocios, que mejoraran el auto-gestión de las universidades y la investigación y desarrollo académicos. Sin embargo, este programa quedó enredado en la conflictividad política de los últimos seis años, en los cuales el gobierno trató de cambiar el curso de la nación y de la industria petrolera. Ninguna de las instituciones involucradas permaneció intocada. Hoy la escuela languidece nuevamente y la desconfianza entre la industria petrolera nacional y la escuela universitaria pública es más elevada que nunca (Vessuri y Canino, 2005).

Para completar este breve recuento de la aproximación de PDVSA a las tres universidades públicas con programas relacionados con el tema petrolero durante la coyuntura de la apertura petrolera tenemos que mencionar el modelo del proceso de negocios entre PDVSA y las universidades que se buscó a través del esquema PDVSA-Empresas Mixtas Universitarias. Éste consistió en el establecimiento de compañías mixtas para la operación de campos petroleros de los cuales PDVSA controla el 51% y la Universidad el 49%.¹³ El esquema de compañías mixtas fue presentado como un “modelo de integración entre la universidad y la industria”. PDVSA dio fondos semilla como un préstamo a ser devuelto a medida que las operaciones progresaran.¹⁴ Se preveía que los socios universitarios se concentraran en la investigación y desarrollo de tecnologías para la explotación mejorada de los campos. A través de este manejo, se esperaba que los estudiantes de geología, geofísica e ingeniería de petróleo hicieran trabajos prácticos en el campo, más allá del conocimiento adquirido en el salón de clase. El supuesto explícito era que esto resultara no sólo en un entrenamiento más integral, sino que también contribuyera a elevar estas escuelas a niveles internacionales, ya que los

¹² Entrevista M. J. Lazo, PDVSA-CIED, 07-06-2001.

¹³ En la modalidad de la Tercera Ronda de Acuerdos Operativos PDVSA-Universidades.

¹⁴ Los campos son Socororo, en el estado Anzoátegui, operado por PETROUCV S.A.; Mara Este en el estado Zulia, operado por OLEOLUZ S. A., y Jobo en el estado Monagas, por PETROUDO S.A., Tríptico de PDVSA “Empresas mixtas PDVSA Universidades”, mayo de 2001.

docentes y los estudiantes estarían continuamente expuestos al ambiente real del trabajo y el negocio (Olivares, 2001).

El acuerdo también consideraba la promoción del intercambio de profesionales en posiciones clave, para desarrollar experticias operacionales y gerenciales entre los académicos. De manera similar, especialistas de INTEVEP (doctorados) serían asignados en puestos clave en las universidades como una manera de estimular la I+D tecnológica, contribuyendo a transferir la experiencia de la industria en la gestión integral de proyectos. Los estudiantes y los profesores estarían envueltos en todas las fases del desarrollo de campo. Se estimularía el intercambio de profesores entre programas altamente reconocidos de universidades nacionales y extranjeras y la participación de docentes y estudiantes en eventos técnicos internacionales.¹⁵ Dentro de un plan intensivo de trabajo de tesis, de pasantías estudiantiles de corto y mediano plazo, y programas de promoción alineados con el plan de desarrollo de los campos asignados, el INTEVEP tenía la responsabilidad de definir los contenidos de las tesis y los proyectos de investigación, la búsqueda de tutores, etc. Se fortalecerían los centros de tecnología e información en las universidades, y la I+D básica en geociencias e ingeniería de petróleo. Se implementaría un trabajo de campo de un semestre en las disciplinas de geociencias e ingeniería de petróleo. Finalmente, se promovería el “*cross-posting*” en docencia e investigación dentro de las alianzas estratégicas con compañías de servicios, apuntando a desarrollar capital nacional a través de firmas locales de consultoría técnica y operativas.

En noviembre de 2000 PDVSA firmó acuerdos con las tres universidades mencionadas para explotar los campos concedidos a las firmas mixtas.¹⁶ En el caso del negocio de PETROUCV las operaciones comenzaron dos años más tarde. Una tesis producida en la Escuela de Ingeniería, basada en gran medida en un estudio realizado por la Corporación de Consultoría Petrolera de la UCV (CORPOMENE), recomendó a la Universidad a admitir los niveles de alto riesgo en el Plan de Desarrollo Actualizado de PETROUCV y mantener un enfoque conservador bajo el cual se estimaría progresivamente la materialización de reservas probables y posibles. Se previó que el proyecto tendría una “vida soportada” de 10 a 12 años. Aunque aparentemente en el año 2004 la compañía seguía operando entre las autoridades universitarias, para esa

¹⁵ Entrevista a Victor Escalona, subgerente general de PETROUCV S. A., 23-05-2001.

¹⁶ El esquema de trabajo exigió conocimiento de los procesos, aplicación de tecnología y un nivel de competencia para integrar equipos coordinados, con relación a cuatro procesos fundamentales y seis de apoyo: gerencia de relaciones externas, administración de recursos financieros, bienes y servicios; coordinación de recursos humanos; prevención y control de pérdidas activas.

fecha la Escuela de Petróleo había dejado de tener interlocutores directos en sus áreas de competencia, dejando incumplidos los propósitos de docencia e investigación originalmente previstos. En el caso de PetroUDO, en la Universidad de Oriente, hasta el cierre de nuestro estudio en 2004 las operaciones no habían comenzado porque la Universidad no estaba en condiciones de hacerlo y tenía que contratar una firma externa.

Nuestro estudio de caso de la formación de ingenieros en las escuelas de petróleo y geociencias plantea una cantidad de consideraciones de política incluyendo las dificultades de encontrar razones para el entrenamiento y la investigación avanzadas, la mezcla apropiada de universidades, grupos interdisciplinarios, al igual que el tamaño mínimo de una comunidad de investigación nacional viable. Venezuela es un país cuyos sistemas institucionales están experimentando cambios sustanciales. Creemos que los anteriores intentos modestos y fragmentarios de PDVSA y los de la década de 1990, para articular el mundo de la academia al de la industria, pueden ayudarnos a interpretar los acontecimientos actuales. La desconfianza predominante por más de medio siglo entre la industria y la academia no debiera interpretarse como que es causada por individuos en tanto que actores de instituciones particulares. No hay duda que algunas de las dificultades actuales resultan de fallas humanas de este o aquel grupo de burócratas, gerentes, científicos, ingenieros o políticos. Sin embargo, es más esclarecedor identificar rasgos estructurales del sistema en el cual se usa conocimiento en la producción.

La producción y reproducción local de conocimiento formal debe competir con estructuras mucho más poderosas de los proveedores tradicionales de servicios educativos y de conocimiento a la industria petrolera, que no sólo transfieren conocimiento más actualizado y de mejor calidad, sino también una riqueza de contactos y componentes tácitos que forman parte de la “cultura y régimen tecnológico”. De esta forma, en el enfoque estratégico históricamente adoptado por PDVSA no era seguro suponer que la base de conocimiento relevante (sea en la forma de experticias, información o servicios) se fuera a encontrar en fuentes públicas de “calidad asegurada”, entre ellas las universidades públicas. Y así fue como se dejó que éstas languidecieran mostrando poco interés real en ellas. En efecto, coherente con su cultura corporativa, PDVSA trató de desarrollar su propia Universidad corporativa (CIED), dejando de lado al sistema universitario público del que desconfiaba.

5. LA INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA

En las sociedades contemporáneas, la investigación universitaria suele mencionarse como una de las fuentes de conocimiento industrial. Para explorar

este aspecto en el caso venezolano, nos concentramos en el estudio de la catálisis académica en la Facultad de Ciencias de la Universidad Central. Venezuela ha estado entrenando científicos en catálisis durante los últimos 40 años, como resultado de lo cual tiene un stock de personal altamente capacitado en este campo. El país ha producido una capacidad de conocimiento catalítico en conexión con la refinación y la satisfacción de las necesidades de su industria petrolera dentro de una amplia gama de aplicaciones. Como este es uno de los campos del conocimiento que ha experimentado un esfuerzo más continuo de construcción de una capacidad nacional tanto en la industria como en la academia, es interesante reconstruir la manera como las relaciones entre ambos sectores han evolucionado en el tiempo. Es por ello que lo tomamos como nuestro quinto sitio de conocimiento.

La catálisis en Venezuela puede remontarse a 1964 cuando se dictó un primer curso de catálisis en una universidad venezolana. Desde entonces el tema se difundió a otras instituciones académicas y hoy se la encuentra en por lo menos doce instituciones de educación superior, donde grupos de diferentes tamaños y grados de consolidación desarrollan alguna actividad de investigación. El grupo más antiguo es el del Centro de Catálisis en la Escuela de Química de la UCV que fue también el origen de la actividad de catálisis en el INTEVEP y algunos de sus miembros han estado activos en diferentes momentos en investigaciones por contrato con la compañía de tecnología de la industria (Andréu *et al.*, 2004).

Venezuela financió públicamente muchas de las becas para entrenar científicos en el extranjero. La colaboración internacional con las escuelas de catálisis francesas, que comenzó en la década de 1970, se volvió significativa en la década de 1980 cuando la crisis económica interrumpió los programas de becas nacionales (Arvanitis y Vessuri, 2001). También la colaboración con la red iberoamericana enmarcada por el CYTED fue instrumental en el desarrollo de las capacidades de investigación, a través de su Sub-programa de Catálisis y Adsorbentes y las varias redes temáticas que promovía. Sin embargo, en ausencia de claras señales de la industria nacionalizada e ignorantes de la dinámica tecnológica industrial, la I+D académica ha procedido bajo el supuesto teórico de las necesidades de la industria petrolera, haciendo suposiciones más o menos educadas en vista de la naturaleza especial de la base de recursos de crudos pesados y extra pesados de la industria nacional. De esta forma, aunque los programas de entrenamiento y colaboración científica tenían como principal objetivo articular la investigación en catálisis a los intereses de la industria petrolera y petroquímica, en la práctica contribuyeron fundamentalmente a reforzar la investigación académica, y dieron a los científicos locales la oportunidad de participar en

programas de investigación internacionales, favoreciendo la colaboración con instituciones extranjeras cuyo prestigio internacional ayudaba a validar el trabajo y la credibilidad de la creciente comunidad catalítica nacional. Los laboratorios universitarios, en general, están en condiciones de hacer investigación de buena calidad aunque la falta de equipos grandes y costosos está entre las principales limitantes de los laboratorios académicos.

Por otro lado, en el caso del INTEVEP como brazo tecnológico de la industria petrolera, su duro aprendizaje institucional que acompañó en el tiempo a la identificación de oportunidades de mercado y el ajuste a rápidos cambios de curso, de manejar el secreto y la confidencialidad, los falsos comienzos, las decisiones estratégicas equivocadas, una cierta arrogancia (real o percibida) de parte del afluente personal de INTEVEP frente a las contrapartes más pobres de la universidad, no favoreció la interacción con la academia. La falta de familiaridad en el ámbito académico con los arreglos de la propiedad intelectual y sus implicaciones desestimularon a la industria de trabajar más estrechamente con investigadores universitarios. En consecuencia, en vista de la poca demanda efectiva de la industria, en las universidades se desarrolló un estilo de trabajo carente de competitividad, con baja productividad (según una estimación reciente, Vessuri, 1998a, entre 0.3 y 1 publicación por año dependiendo de si se consideraban los trabajos científicos o todas las publicaciones, incluyendo patentes)¹⁷ y poca visibilidad (pues la mayor parte de los trabajos eran publicados en órganos de difusión locales y otros fuera de la corriente principal).

La década de 1980 fue particularmente perjudicial para la comunidad académica, con una brecha de reclutamiento en sus filas debido a insuficiencias presupuestarias a lo que se sumó la jubilación de muchos miembros de la generación fundadora de investigadores profesionales en el ámbito académico. En años más recientes la situación pareció mejorar con el surgimiento de nuevos grupos en las provincias. Pero en la década de 1990 los grupos establecidos debieron competir con nuevas especialidades de investigación, bajo la percepción pública injustificada que la catálisis ya tenía “demasiada gente” y que en el pasado había recibido un apoyo público excepcional. De esta manera, los cuadros de investigación en este campo cognoscitivo comenzaron a envejecerse sin ser reemplazados en proporción suficiente. Esto es particularmente visible en el caso del mayor grupo académico, el del Centro de Catálisis en la UCV.

¹⁷ El número de patentes desarrolladas por INTEVEP en colaboración con las universidades es menos del 5% de la producción científica nacional en el campo de la catálisis, mucho menos que otras modalidades de producción.

En la industria, por otra parte, en 1997 se encontraba la mayor concentración nacional en términos de capacidades catalíticas, ubicados en el INTEVEP con unos 50 integrantes del personal de investigación en la sección de Catálisis. Ese año se intentó una reorganización fusionando diferentes grupos con el propósito de reforzar la posición de la compañía como proveedora de tecnología. Se esperaba que un nuevo esquema de trabajo por proyecto y experticia acercara a los ingenieros de proceso y los químicos catalíticos a las oportunidades de negocios, induciéndoles a definir más concretamente los proyectos a ser desarrollados por la compañía en el corto y en el mediano plazo. La decisión estratégica oficial fue convertirse en un líder tecnológico en catálisis y adsorbentes y el proveedor preferido de PDVSA en tecnologías catalíticas. Esto significaba organizar unidades de negocios dedicadas a los clientes, la difusión y ventas del portafolio de productos, y también unidades estratégicas encargadas de desarrollar el conocimiento que se requeriría en el corto o en el largo plazo. La necesidad de agregar valor a la base de recursos constituida en su mayoría por crudos pesados y extra pesados, se decía, guiaba la estrategia institucional de investigación en un mercado crecientemente competitivo. Aparentemente este movimiento fracasó, llevando a muchas frustraciones entre los investigadores catalíticos pues significó la disrupción y el abandono de líneas de investigación y su dilución como área de conocimiento dentro de la compañía. Sin embargo, hemos visto que durante la emergencia de fines de 2002 descrita en el apartado 3, esas capacidades fueron testadas exitosamente como consecuencia de la reorganización de varios años antes que había obligado a los investigadores a, entre otras cosas, visitar los campos petroleros y familiarizarse con las actividades de las refinerías.

En la crisis de 2002-2003 se perdieron muchas capacidades de I+D. Hoy, el gobierno parece estar conciente que es tiempo de tener las capacidades existentes enmarcadas en una estrategia nacional que haga uso óptimo de las mismas y prevea su renovación y ampliación en el mediano plazo en la industria, las universidades y otros centros de investigación. Debe elevarse la productividad de la investigación y revisarse la distribución institucional de los investigadores individuales en el territorio nacional buscando la integración de los esfuerzos. Entre las razones para la colaboración inter-grupo e inter-institucional están los costos crecientes de hacer investigación en áreas competitivas. La fragmentación actual y el aislamiento de los grupos de investigación pueden volverse funcionales articulando tareas y aprovechando el conocimiento específico presente en laboratorios individuales.

Un proyecto en proceso de elaboración del Programa Nacional de Química y Catálisis trata de coordinar esfuerzos orientados a la aplicación. Busca mejores fórmulas para asegurar una mayor interacción entre elemen-

tos del sistema nacional de innovación, incluyendo cómo vincular las instituciones de I+D públicas con el sector privado y la educación superior. Una clave para esto es enfocar inversiones directas en ciencia y tecnología para propósitos económicos de largo plazo, investigación útil en el sentido amplio que incluye tecnología básica y también investigación básica. El rol gubernamental en promover el uso efectivo y la absorción de tecnología y conocimiento en el ámbito económico es otro énfasis clave, como lo es el reconocimiento que el uso de una amplia variedad de instrumentos de política e incentivos (no sólo en I+D) es una necesidad para garantizar una mezcla adecuada.

Nuestro estudio de caso de una comunidad académica de investigación concebida por su temática para articularse con la industria petrolera nacional refuerza el hallazgo básico de la falta de interés de la industria. Descubrimos la existencia paralela de una comunidad catalítica académica y otra industrial que compartían intereses de investigación bastante similares, en ambos contextos más inclinados hacia la investigación que hacia el desarrollo, y con menos interacciones recíprocas de las que hubieran sido deseables, sin lograr establecer una dinámica sinérgica, en detrimento de ambas. La producción académica estándar, el financiamiento de la investigación, la coordinación, la ejecución y la evaluación, tienen lugar bajo el paraguas de la investigación pública y dentro de instituciones de educación superior. En este escenario, en ausencia de una mejor integración con la industria nacional, la comunidad académica desarrolló una estrategia de supervivencia apuntando, entre sus mejores cuadros, a una articulación con un aparato científico internacional que puede brindarles reconocimiento y credibilidad. Esta es un área en donde intervienen diferentes valores, normas y políticas, proporcionando nuevas formas de comprensión de las maneras en las que se transforman los paisajes intelectuales prefigurando batallas entre fines públicos y privados, objetivos institucionales y valores del quehacer investigativo.

DISCUSIÓN

En el título de este artículo hemos mencionado la dinámica público-privado. Bajo estas condiciones, la caracterización de la base de conocimientos requerida se vuelve una cuestión más compleja, que lleva a repensar la educación y el entrenamiento. De allí que hayamos considerado actividades de conocimiento en cinco sitios socio-cognoscitivos o ámbitos diferentes –tanto públicos como privados– relacionados con la industria petrolera. Creemos que su tratamiento combinado permite una mejor comprensión de los rasgos estructurales del problema. Argumentamos que la base distribuida de cono-

cimiento de la industria petrolera en Venezuela debe ser reconsiderada por la comunidad de la educación superior, aunque es cualitativamente diferente de la misma en varios aspectos.

A través de estas instantáneas hemos mostrado que la base de conocimiento nacional de la industria petrolera está internamente diferenciada, distribuida a lo largo de una gama de campos cognoscitivos, tecnologías, actores e industrias. Al analizar las interacciones entre, por un lado, las instituciones y los grupos académicos y, por otro la industria, en diferentes contextos y con variados grados de control y autonomía, describimos estos escenarios de conocimiento en términos de su contenido empírico y configuraciones particulares. Las maneras como los individuos, las organizaciones y en efecto las naciones enteras perciben y responden a las restricciones y oportunidades que enfrentan son cruciales. Para tomar una decisión óptima se necesita primero reconocer que la efectividad de formas específicas de colaboración depende de una comprensión recíproca razonable de los socios de conocimiento, cada uno con sus diferentes prioridades; y en segundo lugar, que no se encuentren en condiciones de poder demasiado desiguales. Para ser efectivos, los varios actores envueltos deben ser capaces de articular y satisfacer sus necesidades e intereses particulares a través de un “espacio de mediación” que implica un conjunto de preocupaciones clave, expresadas de diferentes maneras dependiendo de las formas de vinculación, y donde aspectos particulares de énfasis y fuerza también variarán. Esto refuerza la idea de que es tanto el contexto como el modelo de vinculación lo que determina las capacidades institucionales en la transferencia de conocimiento y tecnología (Webster, 1998).

Que los actores locales en gran medida fracasaron en optimizar su cuota de participación y poder de negociación pudiera relacionarse plausiblemente al tremendo deterioro en la distribución factorial del ingreso que experimentó Venezuela durante los últimos 30 años. Los procesos de producción rígidos no son independientes de la estructura de la industria. Hay suficiente evidencia que sugiere que cuando la producción está altamente concentrada en un reducido conjunto de industrias, como en el caso venezolano, probablemente ésta exhiba más rigideces que la que tiene una base ampliamente diversificada, porque una gran parte de la sustitución a nivel de toda la economía toma la forma de sustitución entre industrias. En particular, un amplio conjunto de industrias de exportación probablemente hubiera permitido a Venezuela superar su problema de bajas elasticidades de sustitución. Pero resulta sugerente que una elevada concentración en industrias intensivas en energía es precisamente la especialización a la que Venezuela se ha visto empujada por fuerza de las ventajas comparativas. En otras palabras, se ha argumentado que su elevada participación en el mercado mundial –dada su estructura ses-

gada de ventajas comparativas— puede ser precisamente una de las causas de sus bajas elasticidades de sustitución (Rodríguez, 2004).

Nuestros ejemplos han focalizado la atención en diferentes ámbitos donde hay grupos activos de practicantes con membresía restringida y límites bastante bien definidos. Reúnen a una variedad de portadores de conocimientos codificados y tácitos: investigadores, técnicos, gerentes, especialistas en propiedad intelectual, trabajadores calificados y no calificados, estudiantes, máquinas, instrumentos, muestras, textos, órdenes, los cuales circulan entre colectivos similares, con dificultades para el encadenamiento proficuo. Todos los elementos en los colectivos que constituyen los varios sitios de conocimiento juegan un rol activo, interactuando con los otros. Los problemas planteados, la decisión de dar preferencia a la experiencia o la teoría, el favorecer algunos tipos de explicación, la aversión a, o por el contrario, el interés en las aplicaciones depende obviamente de la identidad concreta de los elementos que conforman al colectivo y de la organización de sus interacciones. Si se cambia la composición del colectivo, se cambia también el contenido de su producción. La variedad de conocimiento producido y la capacidad de sacudir y dinamizar redes que pasaron a ser irreversibles por el mercado dependerá en parte de la composición de estos colectivos.

Las reglas, prácticas, formas culturales y relaciones con las cosas varían de un sitio al otro. La ciencia como bien público debe ser preservada a toda costa, porque es una fuente de variedad, dependiendo de una diversidad de intereses y proyectos. Ocasiona la proliferación de nuevos estados del mundo. Sin esta fuente de diversidad, el mercado —con su natural propensión a transformar la ciencia en una mercancía— estaría condenado a la convergencia y la irreversibilidad (Callon, 1994). La ciencia privada, por contraste, es la ciencia que afirma a estos estados del mundo, en el lenguaje de Callon los hace habitables. En este sentido, ciencia pública y ciencia privada aparecen como complementarias pese a ser distintas; cada una se apoya en la otra. Esta definición es independiente de la identidad de los actores involucrados. Hemos encontrado elementos de la dinámica pública y privada en los cinco sitios cognoscitivos considerados. Una firma que financia la diversidad apoyando a nuevos colectivos está produciendo un bien público mientras que la agencia de gobierno que contribuye a desarrollar vínculos más fuertes entre la investigación que financia y el perfeccionamiento de las tecnologías petroleras está apoyando una ciencia que puede sin dudas ser llamada privada.

Pero paradójicamente, desde la nacionalización petrolera la tendencia dominante ha sido una caída constante de la participación del petróleo en la riqueza nacional. Detrás de la participación creciente del capital estuvo un colapso del bienestar de la sociedad, expresado en el hecho que la caída sin

precedentes de la tasa de salarios no estuvo acompañada por una caída en la tasa de retorno del capital. Es significativo que la porción de sueldos y salarios en el presupuesto gubernamental cayeron desde casi la mitad a menos de un quinto en el período estudiado. La compra de bienes y servicios del estado también cayó considerablemente. Los factores que experimentaron el mayor incremento fueron los pagos de intereses sobre la deuda interna y externa, y los subsidios y transferencias del Estado. El grueso de este último componente del gasto gubernamental está conformado principalmente por subsidios a empresas estatales, instituciones financieras de propiedad del gobierno y empresas privadas.¹⁸

Así, el argumento convencional que pone el peso del subdesarrollo en las insuficiencias educativas y en la falta de capacidades generales en los países en desarrollo, y su solución concomitante de simplemente más educación y entrenamiento puede llevar a grandes confusiones. De lo que hemos encontrado en los pasados treinta años, el crecimiento de una base de conocimiento nacional no fue realmente parte del proyecto de desarrollo de la industria petrolera nacionalizada. En lugar de tener sólo una institución muy fuerte y plenamente operativa en toda la economía nacional, PDVSA (Vessuri, 2005), en un esquema diferente y más equilibrado, un rico tapiz de sitios de conocimiento hubiera alimentado e interactuado con la industria petrolera. La política petrolera general hoy en día implica, por lo menos en el nivel retórico, realinear el plan de negocios de PDVSA con propósitos de desarrollo nacional concretos. Se vislumbra promover la máxima participación del sector privado nacional y la formación de capital nacional en el desarrollo de proyectos de petróleo en Venezuela; en particular, se apunta a la industrialización nacional de los hidrocarburos para mejorar significativamente el paquete exportador de subproductos de crudos. Tales desarrollos, en los que lo público y lo privado deben crear sinergias, indudablemente tendrían un impacto positivo en la provisión y demanda de conocimiento estimulando ciclos virtuosos de capacitación.

¹⁸ Esto, de paso, coincidiría con la hipótesis que se ha avanzado según la cual, al menos desde 1983 PDVSA se habría embarcado en una estrategia para reducir las obligaciones fiscales de la industria petrolera pública a través de su *internacionalización*, como un mecanismo para transferir ganancias fuera del alcance del gobierno (Mommer, 2003). Que esta pudiera haber sido la motivación de la internacionalización de PDVSA explicaría en buena medida el crecimiento extraordinario de su red internacional de refinerías y otros bienes. En 1998 PDVSA se definía a sí misma como una corporación energética internacional, dedicada al negocio de petróleos crudos, gas, petroquímica y carbón, con operaciones e instalaciones industriales y de servicios en Venezuela y en más de 50 países.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andréu, P. *et al.* (2004), “Venezuela”, en J. M. Domínguez (ed.), *El amanecer de la catálisis en Iberoamérica*, México, IMP.
- Aranciaga, I. (s/f), “Manuales de procedimiento y práctica obrera: una tensión enriquecedora”, UNPA-UACO, Caleta Olivia, mimeo.
- Arora, A. y Rosenberg, N. (1998), “Chemicals: a U.S. Success Story”, en A. Arora, R. Landau y N. Rosenberg (eds.), *Chemicals and Long Term Economic Growth. Insights from the Chemical Industry*, Chemical Heritage Foundation/John Wiley Interscience.
- Arvanitis, R. y Villavicencio, D. (1998), “Comparative Perspectives on Technological Learning”, *Science, Technology & Society*, vol. 3, N° 1.
- Arvanitis, R. y Vessuri, H. (2001), “Cooperation between France and Venezuela in the field of Catalysis”, *International Social Science Journal*, N° 168.
- Brossard, E. (1993), *Petroleum Research and Venezuela’s INTEVEP. The Clash of the Giants*, Houston, PenWell Books/INTEVEP.
- Callon, M. (1994), “Is Science a Public Good?”, *Science, Technology, & Human Values*, vol. 19, N° 4.
- Canino M. V. (1997), “Aspectos sociales del aprendizaje tecnológico en Venezuela. Dos estudios de caso”, Magister Scientiarum Thesis, IVIC.
- Canino, M. V. y Vessuri, H. (2005), “Rebelión de saberes. Los operadores en la Refinería de Puerto La Cruz”, *Revista Venezolana de Economía y Ciencias Sociales*, vol. 11, N° 1.
- CEPET, Coordinating Committee (1989), *La industria venezolana de los hidrocarburos*, Caracas, Ediciones CEPET (Centro de Formación y Adiestramiento de Petróleos de Venezuela y sus Filiales).
- Constant II, E. W. (1984), “Communities and hierarchies: structure in the practice of science and technology”, en R. Laudan (ed.), *The Nature of Technological Knowledge. Are Models of Scientific Change Relevant?*, Reidel, Dordrecht/Boston/Lancaster.
- Garfinkel, E. (1967), “Studies of the routine grounds of everyday activities”, en E. Garfinkel, *Studies in Ethnomethodology*, Englewood-Cliffs, Prentice Hall.
- Mann, S., Nolan, J. y Wellman, B. (2003), “Sousveillance”, *Surveillance & Society*, vol. 1, N° 3.
- Mendelsohn (1964), “The emergence of science as a profession in nineteenth century Europe”, K. Hill (ed.), *The Management of Scientists*, Boston, Beacon Press.
- Mommer, B. (2003), “Petróleo subversivo”, *Question*, vol. 1, N° 8.

- Olivares (2001), “Petróleos de Venezuela S.A. se asoció con las Universidades para producir petróleo. El acuerdo beneficiará a más de diez mil estudiantes”, Production Business Unit, PDVSA.
- Pirela, A. (2000), “A modo de presentación”, *Espacios*, vol. 21, N° 3.
- Pirela, A. (2004), “La apertura petrolera y su impacto en la estructura industrial venezolana: monitoreo del desarrollo de competencias tecnológicas, organizativas y ambientales, Caracas”, MCT-FONACIT, Reporte Final (proyecto N° 97004019).
- Porter, M. (1990), *The competitive advantage of nations*, Nueva York, The Free Press.
- Ravetz, J. (2001), “Science advice in the knowledge economy”, *Science & Public Policy*, vol. 28, N° 5.
- Rip, A. y Kemp, R. (1998), “Technological change”, en S. Rayner y E. L. Malone (eds.), *Human choice and climate change. Vol. 2 Resources and Technology*, Columbus, Richland, Battelle Press.
- Rodríguez, F. (2004), “Factor shares and resource booms: accounting for the evolution of Venezuelan inequality”, en G. A. Cornia (ed.), *Inequality, Growth, and Poverty in an Era of Liberalization and Globalization. UNU-WIDER Studies in Development Economics*, UNU-WIDER y UNDP.
- Rosa, F. et al. (2002), “Oportunidades y retos para un desarrollo químico en Venezuela”, *Visión Tecnológica*, vol. 9, N° 2.
- Smith, K. (2002), “What is the ‘Knowledge Economy’? Knowledge Intensity and Distributed Knowledge Bases”, Maastricht, INTECH-UNU, Discussion Paper Series #2002-6.
- Vessuri, H. (1995a), “Introduction to the dossier on The Latin American University and R&D”, *Industry & Higher Education*, vol. 9, N° 6.
- (1995b), *La Academia va al mercado. Relaciones de científicos académicos con clientes externos*, Caracas, Fondo Editorial FINTEC.
- (ed.) (1998a), *La Investigación y Desarrollo (I+D) en las universidades de América Latina*, Caracas, Fondo Editorial FINTEC.
- (con la colaboración de M. V. Canino) (1998b), “La capacidad de investigación en catálisis en Venezuela. Antecedentes y perspectivas”, Caracas, Informe final CONICIT.
- (2005), “History of Science and Policy Implications in a developing country setting”, en K. Grandin, N. Wormbs y S. Wildmalm (eds.), *The Science- Industry Nexus: History, Policy, Implications*, Nueva York, Nobel Symposium 123/Science History Publications-USA, pp. 315-336.
- Vessuri, H. y Canino, M. V. (1996), “Sociocultural Dimensions of Technological Learning”, *Science, Technology & Society*, vol. 1, N° 2.

- Vessuri, H. y Canino, M. V. (2002), "Latin American Catalysis: As seen through the Iberoamerican Catálisis Symposia", *Science, Technology & Society*, vol. 7, N° 2.
- Vessuri, H. y Canino, M. V. (2005), "Juegos de espejos: la investigación sobre petróleo en la industria petrolera y el medio académico venezolano", en J. J. Martín Frechilla e Y. Texera (eds.), *Petróleo nuestro y ajeno*, Caracas, UCV-CDCH, pp. 235-278.
- Vessuri, H., Sánchez, I. y Canino, M. V. (2003), "La impronta escrita de una comunidad científica. La catálisis en Venezuela (1967-2002)", paper presentado en el 5ª ESOCITE, Toluca, México.
- Vives, M. T. (2002), *Convenio CIED-ucv. Resumen 1998-2002*, Escuela de Ingeniería de Petróleo, Facultad de Ingeniería-UCV.
- Webster, A. (1998), "Strategic research alliances: Testing the collaborative limits?", H. Etzkowitz, A. Webster y P. Healey (eds.), *Capitalizing Knowledge. New Intersections of Industry and Academia*, Albany, State University of New York Press.

CIENTÍFICOS EN EL CAMPO DE BATALLA: CULTURAS Y CONFLICTOS*

JEAN-JACQUES SALOMON**

RESUMEN

Este trabajo analiza la modificación de las relaciones entre científicos y el arte de la guerra desde el inicio de la era moderna hasta nuestros tiempos, cuestionando los vínculos entre investigación y responsabilidad científica. El autor se propone mostrar como a medida que los científicos se han visto involucrados en la guerra han perdido la independencia y ganado “mala conciencia” por el resultado de sus acciones. Así, uno de los puntos más problemáticos que se presentan es la ambivalencia de los científicos frente a su objeto de investigación y los pocos escrúpulos que históricamente han mostrado para desarrollar armas que atentan contra la humanidad. La otra cara de este fenómeno es el compromiso activo de algunos científicos con la paz. Sin embargo, dado el cambio de escenario mundial y la emergencia de conflictos dominados por una “demonización del otro”, su resolución no puede ser un asunto de la racionalidad científica, sino de la sociedad y de la política.

PALABRAS CLAVE: “COMPLEJO INDUSTRIAL-MILITAR”, CIENTÍFICO-SOLDADO, ESTÁNDARES CIENTÍFICOS, ARMAS DE DESTRUCCIÓN MASIVA.

“Nuestro siglo XX es el siglo del miedo.”
ALBERT CAMUS¹

1. LA CULTURA DE LA GUERRA

Existen muy pocas fuerzas contenidas en las innovaciones técnicas más determinantes e instrumentales como aquellas que llevan a las naciones a pelear unas contra otras. Es en el campo de batalla, más que en cualquier otro espacio, donde se encuentran las relaciones múltiples y cambiantes que confrontan a las tecno-ciencias con los desafíos del mundo económico y político. Aunque la cultura de la guerra siempre le ha otorgado un lugar privilegiado

* Título original: “Scientists on the Battlefield: Cultures and Conflicts”, en Nowotny, H., *Cultures of Technology And the Quest for Innovation*, Nueva York, Berghahn Books (en prensa). Traducido por Mariano Fressoli. Reproducido con la amable autorización del autor.

** CNAM, Francia.

¹ Camus (1965, p. 331).

al progreso tecnológico, en nuestra época asistimos a una proliferación de innovaciones y a la creciente centralidad del papel jugado por la guerra, como motor del progreso económico en general. Desde la energía nuclear y el sistema de transportes a las tecnologías de información y comunicación, existen muy pocos aspectos de la vida económica, social y cultural que no hayan sido transformados en el siglo XX por los programas de investigación iniciados o apoyados por el sector militar. Más aún, gracias al progreso de la ciencia y la tecnología, preparar la guerra para asegurar la paz (según la famosa máxima) ya no es suficiente. En nuestros días uno debe amenazar a su enemigo con la aniquilación total, no importa cuán destructivo sea su primer ataque. De este modo, el potencial resultado de una guerra ha pasado a estar relacionado directamente con las capacidades tecnológicas y gerenciales de los países involucrados para anticipar todas las innovaciones potenciales del adversario, tanto las civiles como las militares.

En esta nueva era de innovación global, lo militar está llamado a fomentar la ciencia tanto como la ciencia está llamada a estimular y reforzar las necesidades de seguridad y defensa. La cultura de la guerra es una parte del proyecto científico contemporáneo tanto como la investigación científica es una parte importante de la cultura de la guerra: así, el *establishment* científico ha sido forzado a adoptar un papel que está bien lejos de aquel que había desempeñado hasta la segunda guerra mundial. Antes de este período, la ciencia, la investigación científica y los científicos mismos habían disfrutado de la idealización de la institución científica: se dedicaban exclusivamente a trabajar por el bienestar de la humanidad y a contribuir a mejorar la vida individual y de la sociedad. Y aun así, a pesar de los muchos ejemplos de los beneficios tangibles que la ciencia brindó a la humanidad, la visión de la ciencia anterior a Hiroshima ya era, de hecho, una forma de ideología en sí misma. Es decir, una empresa propagandística que intentaba presentar a la ciencia como si fuera enteramente autónoma, independiente de cualquier condicionamiento o presión social, libre de cualquier proyecto de explotación en el reino económico. De esta forma, la ciencia era ajena a los conflictos de intereses y valores propios de los asuntos políticos y financieros que la afectaban bastante antes de la segunda guerra mundial. Arquímedes resistiendo a los romanos con su espejo reflector o Galileo contribuyendo al arsenal de Venecia: estas son figuras pioneras en la larga asociación de científicos y militares. La revolución científica del siglo XVIII constituyó sólo un paso más en el mismo camino, introduciendo en el campo de batalla de las herramientas matemáticas y las innovaciones físicas resultantes de la investigación científica. En verdad, fueron los avances intelectuales realizados por los pares de Galileo, Bacon, Descartes y Newton lo que hizo que los estados

nacionales invirtieran en actividades de investigación y lo que posteriormente llevó al Estado a implicar directamente a la ciencia en sus objetivos militares. Cuando la Royal Society, bajo la iniciativa de Newton, le puso un precio a la solución del problema de las longitudes, fue inmediatamente seguida por las demás academias europeas. Lo que estaba en juego, después de todo, era nada menos que el dominio de los océanos y, por lo tanto, del comercio mundial y del proyecto de imperialismo colonial.

El advenimiento del siglo XX vio a la revolución industrial llevar un paso más allá la relación simbiótica entre la búsqueda de conocimiento y el manejo de la guerra, hasta el punto que una gran parte de las innovaciones en el sector civil derivan hoy de la industria militar. Como Lewis Mumford ha mostrado en *Técnica y civilización* (1934), los militares y la práctica de la guerra estaban destinados a ser los únicos consumidores del nuevo sistema de producción masiva: máquinas herramienta, estandarización, partes intercambiables, divisiones de línea y de personal, división del trabajo; todos ellos fueron utilizados primero en la preparación y manejo de la guerra antes de ser empleados en el sector civil. En este sentido, como propuso el historiador de la ciencia Everett Mendelsohn (1989), le debemos a Mumford la primera descripción del “complejo militar-industrial”, el cual ha estado consolidándose sin cesar en el siglo XX a través de las múltiples intersecciones de la ciencia con la economía y lo militar.²

Estos aspectos paralelos de la ciencia, su capacidad para hacer el bien tanto como para hacer el mal, coexisten de tal manera que todos los beneficios que debemos a la práctica del descubrimiento racional no pueden evitar que nos interroguemos acerca de la otra cara de los proyectos científicos; aquello que André Malraux, hablando del uso del gas venenoso durante la primera guerra mundial llamó “el primer saldo negativo en el balance de la ciencia”. A menos que nos entreguemos ciegamente a la ideología de la ciencia pre-Hiroshima ya descrita, debemos reconciliarnos con la existencia de lo que Robert K. Merton, padre fundador de la sociología de la ciencia, llamó la concepción ideal y la concepción utilitaria del proyecto científico (Merton, 1957).

Y aun así, un titular impreso por el diario francés *Le Monde* el 19 de enero de 2002 nos muestra una genuina sorpresa en la siguiente noticia: “Plantas genéticamente modificadas también sirven para librar la guerra” se lee, como si el trabajo de los laboratorios simplemente hubiera sido malversado para fines militares. Pero como mostraron más recientemente los expertos de la ONU enviados a Irak, en nuestra era resulta imposible distinguir

² Richardson (2003) presenta el estado de la cuestión con muchos ejemplos y referencias.

entre un laboratorio agrícola y uno militar, puesto que la investigación genética vegetal que posee objetivos económicos y terapéuticos, puede también producir armas de destrucción masiva. No es un accidente que hablemos de la capacidad dual de uso de las tecnologías contemporáneas, que puede ser el resultado de investigación básica llevada a cabo en laboratorios industriales o en sitios militares, y cuyas innovaciones pueden servir al mismo tiempo a fines civiles o militares. Las innovaciones tecnológicas estimulan el crecimiento económico incluso cuando el gobierno las usa en la implementación de sus políticas estratégicas de defensa. Al mismo tiempo, la inversión pública y la reducción de las barreras al desarrollo tecnológico en el sector privado y la política de incentivos para este desarrollo, pueden contribuir a la fortaleza del sector militar —que, por su parte, no está sujeto a las mismas presiones económicas presentes en el sector privado—.³ Como la política y la estrategia se apoyan cada vez más en la investigación científica, la ciencia se ha vuelto dependiente de manera creciente del apoyo del Estado. Las innovaciones tecnológicas han cambiado las reglas del juego en el campo de batalla, y la guerra ha favorecido el comienzo de un período de expansión tecnológica. En verdad, uno podría ir tan lejos como para sugerir que la cultura de la guerra ha devenido en una subespecie de la cultura tecnológica de la modernidad tardía.

2. DEL CIENTÍFICO-SOLDADO AL RECURSO ESTRATÉGICO

Puesto que la tecnología acortó crecientemente la distancia entre los descubrimientos y sus aplicaciones, la asociación entre científicos y militares se ha tornado más íntima que nunca. Pero esta alianza (que incluso podríamos llamar ósmosis), ya evidente durante la Guerra Civil norteamericana y aun más calibrada en la primera guerra mundial, puede ser en realidad percibida ya en el siglo XVII, en la persona de Sébastien Le Prestre de Vauban (1633-1707). La valiente figura de Vauban como arquitecto de fortificaciones atrajo mucho la atención, sin embargo: ¿no fue también un científico con el mismo criterio con el que se consideraban muchos de su tiempo? Buen matemático, hidrólogo, experto en balística, pionero de los censos de población, este *Maréchal* de Francia fue también un miembro honorario de la Academia Real de Ciencias.⁴ Del mismo modo, la Ecole de Mézières fue, por supuesto y antes que nada, una escuela de entrenamiento de ingenieros militares, tal

³ Véase Branscomb y Keller (1998).

⁴ Para detalles sobre el relato de Vauban dado aquí y más adelante véase Pujo (1991) y Faucherre y Prost (1992).

como lo fue más tarde la Ecole Polytechnique que surgió de ésta. Insistir obstinadamente en esta función significa ignorar el centro de descubrimientos que estas instituciones representaban para científicos tan conocidos como Monge, Berhollet y Carnot, cuya vocación estuvo tanto al servicio de la ciencia como del ejército.

Sin embargo, el mundo ha visto un cambio realmente existencial en la identidad de estos científicos desde los días gloriosos del *Ancien Régime*. Junto con algunos de sus compañeros oficiales de la Ecole de Mézières o de la Ecole Polytechnique, Vauban no tuvo miedo a enfrentar su bautismo de fuego; de hecho, arriesgó su vida varias veces como soldado en el campo de batalla. Cuando tenía 26 años Vauban ya había estado involucrado en catorce asedios y había sido herido más de doce veces. Luis XIV tampoco desalentó a Vauban a espiar fortalezas enemigas, lo que hizo con frecuencia.

Por el contrario, actualmente los científicos que trabajan para el ejército rara vez dejan sus laboratorios. Muchos de ellos permanecen vinculados al sistema universitario y cuando se aventuran a salir al campo para realizar su trabajo militar, es con el fin de presenciar pruebas experimentales. Sólo excepcionalmente, durante maniobras militares, se encuentran expuestos al mismo tipo de peligros como los que enfrentan los soldados rasos. El destino de estos científicos es hoy radicalmente diferente. Como poseen acceso a secretos de defensa, se les impide viajar a países extranjeros como ellos quisieran, sus movimientos y contactos son mantenidos bajo constante vigilancia, o directamente investigados. No pueden publicar nada relacionado con la investigación utilizada para propósitos militares. La defensa de sus tesis de doctorado tiene lugar en cuartos cerrados al público y sus textos no necesariamente son autorizados a publicarse. En resumen, los científicos de hoy constituyen un nuevo tipo de botín mucho más precioso que las armas abandonadas por el ejército vencido. La lección de la segunda guerra mundial fue precisamente que la disponibilidad de este “capital intelectual” es mucho más decisiva que la fuerza bruta de las divisiones armadas. De este modo, la estrategia de cooptar a cualquier precio los científicos pertenecientes al campo enemigo, convertirlos al campo propio y prevenir su pase al servicio de los adversarios se ha convertido en un propósito en sí mismo para aquellos que se preparan para la guerra. En nuestros días, los investigadores se han transformado en “recursos estratégicos” de las naciones en su búsqueda de la victoria militar por medio de la superioridad científica.

Geneviève Schméder ha hecho esta inquietante observación: “La movilización de científicos a favor de la guerra constantemente excede su buena voluntad en favor de la paz” (Schméder, 2001, pp. 441-450). Ciertamente no se puede escapar al hecho de que, ya sea consintiendo o resistiendo, mani-

pulados o manipulando, su ambivalencia ha sido más evidente que nunca en relación con el complejo militar-industrial. Por supuesto, no se puede generalizar, como tampoco se puede hablar de la comunidad científica como si fuera un grupo homogéneo. Esta incluye científicos (la gran mayoría) para quienes la responsabilidad social no es una preocupación central. Para ser justos, uno debe reconocer que, cualquiera sean sus vínculos formales e ideales, éstos cubren un rango demasiado amplio de actividades, profesiones, especialidades, instituciones y naciones para que puedan expresarse unívocamente (o que logren escucharse a sí mismos cuando hablan). Continúa siendo un hecho la creciente profesionalización y especialización de la ciencia ha tendido a ampliar la distancia entre las “dos culturas”, algo tan criticado por C. P. Snow.

Sin embargo, a pesar de la distancia producida por diferencias de entrenamiento, educación, conocimiento y prácticas profesionales, las ciencias naturales no han estado aisladas en su servicio a lo militar. Las ciencias sociales también han jugado un importante papel durante la guerra fría, tanto en el campo comunista como en el liberal. La fórmula de Disraeli: “un libro puede ser tan grandioso como una batalla” fue obviamente aplicado a gran escala durante este intenso período de confrontación ideológica. El nivel sin precedentes de propaganda organizada ciertamente refleja una innovación real en términos de los recursos intelectuales, tanto materiales como humanos, del que dispusieron las dos causas antagónicas. Evidentemente, la cultura tiene importancia, y empezó a ser tan importante como las armas, si no más, cuando las batallas de la guerra fría fueron libradas por agentes secretos usando métodos de los servicios de contraespionaje. Ejemplo de ello son: el Congreso para la Libertad Cultural, cuyos encuentros, exhibiciones y publicaciones fueron apoyadas por la CIA a través de la Fundación Ford, o el Movimiento Mundial por la Paz, que fue apoyado por la KGB. Estos casos muestran claramente cómo científicos sociales, intencionalmente o no, pueden ser asociados con lo militar y actuar, en muchos casos, como cualquier otro soldado.⁵

La investigación científica en temas naturales no ha merecido menos apoyo militar que aquel dirigido hacia los productos culturales. Por ejemplo, las aves del piélago del Pacífico central jugaron un extenso papel en el teatro de la guerra fría. Roy MacLeod ha mostrado recientemente cómo los programas ornitológicos llevados a cabo en la década de 1960 encubrieron investigaciones del Pentágono sobre los efectos del armamento químico y

⁵ Véase Grémion (1975) y Saunders (1999).

biológico (MacLeod, 2002). El Programa de Investigación Biológica del Océano Pacífico (POBSP),* que funcionaba bajo la dirección del Museo Nacional de Historia Americana, se dedicaba oficialmente a agrupar aves para luego seguir las durante su migración. Sin embargo, al mismo tiempo se encargaba de probar con fines militares si estas aves podían cargar o no trazos de virus, microbios o agentes químicos experimentales. El POBSP recogió una vasta cantidad de datos de una parte del mundo poco conocida por la ciencia e inaccesible para los civiles. Estos informes tuvieron y todavía retienen un gran valor científico. Pero la razón del agudo interés del Pentágono en tales cuestiones permanece desconocida, tanto como lo es la naturaleza de las aplicaciones militares probadas y la de sus implicaciones reales para las armas biológicas y químicas. Más de un millón de aves fueron examinadas en lo que probablemente fue una investigación a dos puntas, designada al mismo tiempo para determinar el movimiento de los portadores de virus (el aspecto defensivo del programa) y para explorar maneras de crear armas bacteriológicas y contra cultivos (su aspecto ofensivo). De esta forma, mientras la misión oficial tenía fundamentalmente propósitos científicos, al mismo tiempo se orientaba hacia objetivos militares altamente secretos.

En 1969 el estudio fue interrumpido en medio de varias indiscreciones, después de seis años y cuando se llevaban gastados 2,7 millones de dólares. Esto llevó al *Washington Post* a publicar que el “Programa Smithsonian de Investigación en Aves [estaba] ligado a un estudio de guerra bacteriológica”. Esto provocó un gran escándalo, agravado aún más debido a que estas declaraciones fueron publicadas al mismo tiempo que se desarrollaban las protestas contra la guerra de Vietnam y contra el uso de pesticidas en ese conflicto. La federación de científicos americanos reclamó la prohibición de la guerra bacteriológica y George Wald, ganador del Premio Nobel, pronunció un severo reproche en el MIT. La historia perjudicó la imagen del Instituto Smithsonian, una institución que –como remarca MacLeod– es apreciada por los norteamericanos como un signo de progreso occidental en general así como de la causa ecológica. El Instituto fue denunciado por producir armas de destrucción masiva bajo la máscara de la búsqueda de conocimientos básicos. En cambio, esto le permitió a MacLeod realizar una epigrafía irónica de las palabras de Harry Truman, pronunciadas largo tiempo después de dejar su cargo: “Hay que tener en todo momento un ojo sobre los militares, no importa si es sobre las aves del Pentágono o las aves de la CIA”. Un mensaje, afirma MacLeod, que podría ser hoy leído “como el sermón del Antiguo

* *Pacific Ocean Biological Survey Program* (POBSP). [N. del T.]

Testamento sobre las aves [...] Debes conocer la verdad, y la verdad te hará libre” (MacLeod, 2002, p. 307). Estas palabras del evangelio de San Juan, capítulo 8, versículo 12, son las mismas que están grabadas en mármol en el hall de entrada de los cuarteles originales de la CIA. Sin embargo la verdad del POBSP todavía necesita ser narrada, ya que el proyecto constituyó uno de los muchos programas de investigación científica financiados por los militares y dirigido con intenciones secretas que nada tenían que ver con los fines ostensibles de la ciencia académica.

De esta forma, en el curso de sus carreras de investigación, ya sea dentro o fuera del laboratorio, los científicos pueden actuar por momentos como guerreros o como pacifistas; así como también pueden inventar nuevos sistemas de armas, producir y manipular bombas, misiles, satélites, venenos, gases, radiación y formas varias de información, todas las cuales pueden llegar a ser fuente de los peores demonios que amenazan a la humanidad. Y los mismos científicos pueden trabajar como mediadores o moderadores, ayudando a mitigar conflictos, resolver tensiones y poner fin a disputas internacionales. Ya sea en el uniforme de soldado o en la toga del misionero, aliados a la vez con el partido de la guerra y con el de las víctimas, algunos de estos científicos han actuado simultáneamente dos roles y honrado dos compromisos distintos.

Uno puede ser, por ejemplo, tal como Freeman Dyson, gran físico teórico y profesor en el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton, que actuó como asesor del Pentágono en la investigación de nuevas armas nucleares y como miembro de la Iglesia Presbiteriana de Nassau, rezando cada domingo por el desarme nuclear. Una semana podría conmoverse por el testimonio de un pediatra especialista en leucemia, quien había sufrido una sobredosis de radiación nuclear, y la semana siguiente ir a Washington a discutir sobre las mejoras de una nueva arma nuclear con algún general. El doble vínculo, tal como es formulado por el renombrado antropólogo y psicoanalista Gregory Bateson, describe la situación en la cual uno es compelido (o se compele a sí mismo) a enfrentar dos alternativas absolutamente contradictorias, situación cuya misma imposibilidad puede llevar a la locura. Para el científico-guerrero, sin embargo, estas dos alternativas parecen de hecho reconciliables no importa cuán intensa sea la pelea que éstas puedan mantener con su propia conciencia. Freeman Dyson tuvo pocos problemas en participar en la lógica de dos mundos a los cuales él sentía que pertenecía por igual, entre medio de los “guerreros” y de las “víctimas”.

Vale la pena citar su propia descripción:

El mundo de los guerreros es el que observo cuando voy a Washington o a California a consultar con los militares sobre sus problemas técnicos: este es

un mundo dominado por hombres, ya sean “halcones” o “palomas”, generales y académicos, quienes comparten un lenguaje deliberadamente ausente de emociones o argumentos elaborados, que festeja un humor seco y que detesta todo sentimentalismo (Dyson, 1985, p. 4).

En contraste:

El mundo de las víctimas es el que veo cuando escucho las historias de mi señora sobre su infancia en la Alemania de guerra, cuando llevamos a nuestros hijos a visitar el museo del campo de concentración de Dachau, cuando vamos al teatro y vemos *Madre Coraje* de Brecht, cuando leemos *Hiroshima* de John Hersey o *Black Rain* de Masuji Ibuse [...] cuando nos sentamos con un montón de extraños en la iglesia y los escuchamos rezar por la paz, o cuando tengo mis propias pesadillas sobre el Apocalipsis (Dyson, 1985, pp. 5-6).

Este es un mundo dominado por mujeres y niños, en el que la gente joven sobrepasa a la vieja generación, donde se le presta más atención a la poesía que a las matemáticas: es el mundo de los pacifistas y ecologistas, pero también de los científicos cuyo respeto por la naturaleza y la vida es equivalente a su pasión por el objeto de estudio. “El mundo de los guerreros describe el resultado de la guerra con un lenguaje que habla de porcentajes y costo-efectividad; el mundo de las víctimas lo describe en el lenguaje de la comedia y de la tragedia”.

Esta ambivalencia del científico-guerrero –contradicción, dicotomía o incluso esquizofrenia– proyecta una luz ambigua sobre el nuevo papel del científico en las relaciones internacionales. Y es la misma novedad de este papel lo que genera varias preguntas en relación con la responsabilidad que éste asume, conscientemente o no, en nuestras sociedades.⁶ Por ejemplo, puede parecer conveniente presentar la búsqueda de conocimiento como excusa para usufructuar los generosos fondos del Estado. Como Michael Atiyah dijo al fin de su mandato como presidente de la Royal Society, la subordinación de ciertos científicos al complejo militar-industrial se asemeja a la prostitución. Y en términos que la extrema izquierda no hubiera rechazado durante la guerra fría, Atiyah criticaba también el costo financiero de las armas nucleares. El papel que los científicos han jugado en el desarrollo y la construcción del arsenal nuclear, subrayaba, ha hecho muchísimo para socavar su propia integridad:

⁶ Para la definición de relaciones interestatales de Raymond Aron expresada en y por los actores específicos, los *diplomáticos* y los *soldados*, véase Aron (1966). Por todas estas razones, en *Science and Politics* he agregado al científico como un nuevo símbolo del Estado con relación a otros estados.

La colaboración cercana con el gobierno, tanto para propósitos militares como industriales, ha brindado beneficios materiales sustanciales. Pero este apoyo ha sido comprado a un precio, y la sospecha del público es una de sus consecuencias [...] La cuestión crucial que los científicos enfrentamos es: ¿cómo conducir nuestras relaciones con el gobierno y la industria de modo de re-conquistar la confianza del público? Aquí necesitamos ser humildes. No sirve quejarse de lo mal informado que se encuentra el público y entonces plantear la necesidad de reeducarlo (Atiyah, 1995).

Existe, no hay duda, algo paradójico en el espectáculo del esfuerzo científico –que según la espléndida fórmula de Lucrecio libera al hombre de los terrores de la naturaleza– corrompiéndose a sí mismo como una fuente de terror y consecuencias dañinas. ¿Se está yendo demasiado lejos al subrayar tal paradoja? René Cassin, ganador del Premio Nobel de la Paz, quien fue el principal autor de la Declaración Universal de los Derechos del Hombre, dirigió un discurso al final de su vida donde no dudaba en llegar incluso más lejos. La ciencia, como heredera del racionalismo y del Iluminismo, lleva la marca distintiva de una universalidad muy cercana a la de los derechos del hombre. Sin embargo, al notar que el respeto por la Declaración de los Derechos Universales es muchas veces desafiado por los hechos, René Cassin afirmó que el progreso de la ciencia puede *por sí mismo* avanzar contra el progreso de los derechos del hombre. De hecho, él habla de un “barbarismo científico” que rige sobre las masacres, extorsiones y torturas del siglo XX, desde los campos de concentración hasta la bomba atómica (Cassin, 1972).⁷

3. PECADO Y REDENCIÓN

Dos modificaciones particulares del siglo XX, obviamente conectadas, merecen ser subrayadas para dejar en claro por qué el cambio del papel de los científicos contemporáneos en los asuntos militares genera problemas nuevos. El primer cambio está bien ilustrado por la invención de la bomba atómica durante la segunda guerra mundial. Desde este momento, la ciencia como tal comenzó a intervenir directamente –desde las fases teóricas y de aplicación– en la concepción y producción de nuevos sistemas de armas. Después de todo, no sólo la teoría de Einstein fue aplicada en el campo de batalla: Einstein mismo alertó a la administración norteamericana sobre la importancia que tenía la investigación en física nuclear llevada a cabo en

⁷ Jules Isaac, el celebrado historiador francés, publicó un libro cuando regresó severamente herido de la primera guerra mundial, cuyo título ya era revelador: *Paradoxe sur la science homicide et autres hérésies* (Isaac, 1936).

Europa. De hecho, Einstein firmó las dos cartas, escritas por Leo Szilard, que llevaron a Roosevelt a lanzar el Proyecto Manhattan, y de este modo a embarcarse en el trabajo que resultaría en el bombardeo de Hiroshima y Nagasaki.

Einstein realizó esto de forma renuente, en parte no creía que la bomba atómica pudiera ser construida tan rápidamente, pero principalmente porque su pacifismo le hizo presentir y despreciar las consecuencias políticas de su construcción.

Esto nos lleva a la segunda novedad del siglo XX en la historia de la extensa relación entre lo científico y lo militar: la capacidad destructiva del nuevo armamento era tal que muchos científicos asociados con el complejo militar-industrial se incomodaron profundamente con su nuevo papel, o al menos fueron ambivalentes. El pacifista más conocido en la comunidad científica contemporánea ha sido el mismo que allanó el camino para la construcción del arma más destructiva jamás concebida. A la duda e incomodidad de Einstein, compartida por otros colegas, pronto se le agregaría la mala conciencia. La bomba construida para anticipar el armamento nazi —que se creía que estaba siendo desarrollada bajo la dirección de Heisenberg y de hecho no existía— en realidad se utilizó contra Japón después de la derrota alemana.

Hasta este punto, la institución científica había sido capaz de sacar provecho de la posición que mantenía por encima, si no por fuera, de las pasiones políticas. Sin embargo, desde ese momento los científicos no pudieron disociar sus descubrimientos ni sus figuras del uso político que se hacía de ellos. La sensación de una particular responsabilidad que emergía de la naturaleza misma de su trabajo y de sus implicancias llevaría a muchos a tomar posición e involucrarse en la arena política, convirtiéndose algunos en militantes, rebeldes y disidentes. En el mejor de los casos este compromiso los despojaría del apoyo financiero externo indispensable para su trabajo de investigación; en el peor los condenaría al exilio, la deportación o la cárcel. Este punto de ruptura institucionalizó la mala conciencia científica. Robert Oppenheimer resumió el *pathos* de esta experiencia de la siguiente manera: “en una suerte de sentido brutal, que ninguna vulgaridad, ninguna gracia, ninguna exageración puede abolir totalmente, los físicos han conocido el pecado, y éste es un conocimiento del que nunca podrán desprenderse” (Oppenheimer, 1948, p. 66).

Inclusive, los científicos han sido cooptados por medio de lo que constituye su valor máspreciado: la pasión por el proyecto científico, en el que pueden tranquilamente analizar los medios sin preocuparse por los fines. Lo que convirtió a estos científicos en guerreros fue no tanto su sentido patriótico del deber como el irresistible placer de la investigación. En términos

freudianos, la cultura de la muerte, que nutre las artes militares, encuentra en la investigación científica dedicada a las armas de destrucción masiva una verdadera fuente de satisfacción erótica y narcisista. Esto es lo que hemos denominado “el complejo de dulzura técnica”, en referencia a la famosa frase de Robert Oppenheimer por la cual se opuso al programa para el desarrollo de la bomba termonuclear de Edward Teller. En principio, Oppenheimer se opuso porque consideraba suficiente el arsenal nuclear disponible para resistir la amenaza soviética, pero también porque pensaba que el programa estaba simplemente condenado al fracaso. Cuando Teller y Ulam probaron que éste era posible, se apresuró a reincorporarse afirmando que:

El programa que teníamos en 1949 era una tortura tal que carecía de sentido técnico [...] El programa en 1951 era *técnicamente tan dulce* que no se podía discutir. Solamente faltaba resolver el problema militar, político y humano de qué se iba a hacer con todo ello una vez se obtuviera... (Polenberg, 2002, pp. 110-111, el énfasis es nuestro).

Como Freeman Dyson enfatiza claramente:

El pecado de los físicos de Los Álamos no reside en haber creado un arma letal. Haber construido la bomba cuando su país estaba comprometido en una guerra desesperada contra la Alemania de Hitler se justificaba moralmente. Pero ellos no sólo construyeron la bomba; disfrutaron construyéndola. Pasaron el mejor tiempo de sus vidas haciéndolo. Esto, creo, es lo que *Oppy* tenía en mente cuando dijo que ellos habían pecado. Y tenía razón (Dyson, 1979, p. 53).

El mismo Dyson, sin embargo, relata cómo “los quince meses que pasé trabajando en (el proyecto) Orión fueron los más excitantes y, en muchas maneras, los más felices de mi vida” (Dyson, 1975, p. 113). ¿Qué era este proyecto? Un proyecto rival al programa Apolo, con la intención de diseñar naves espaciales que viajarían a través del sistema solar propulsadas por explosiones atómicas. Después de un año de cálculos teóricos, experimentos y vuelos de prueba, el proyecto fue abandonado (por razones obvias, ya que necesitaba un motor que podía esparcir desechos nucleares en la Tierra). Esto llevó a Dyson a denigrarlo posteriormente a pesar de haber sido un fanático defensor, convencido a la vez de su valor científico como de su posible perjuicio. En 1958 había escrito: “por primera vez hemos imaginado una manera de usar nuestro gigantesco depósito de bombas para mejores propósitos que asesinar personas. Nuestros fines, y nuestras creencias, son que las bombas que mataron y mutilaron en Hiroshima y Nagasaki un día abrirán los cielos al hombre” (Dyson, 1979, p. 112). En 1979, Dyson escribió:

[...] por su misma naturaleza, la nave Orión es una criatura sucia que deja un desastre radiactivo donde sea que vaya. En los veinte años que han pasado desde que Orión comenzó ha habido un cambio fundamental en los estándares públicos acerca de la polución del medio ambiente. Muchas cosas que eran aceptables en 1958 han dejado de ser aceptables hoy. Mis propios estándares también han cambiado (Dyson, 1979, p. 115).

La pregunta que debemos hacernos entonces es: ¿qué les sucedió a los estándares científicos?

Trabajando en la bomba H, Sajárov encontró palabras semejantes para discutir “los aspectos humanos y éticos” de su trabajo, y especialmente para explicar su dedicación: “Una razón para esto (aunque no la principal) era la oportunidad para hacer ‘física de excelencia’ (según el comentario de Fermi sobre el programa de la bomba atómica) [...] La física de las explosiones nucleares y termonucleares es un genuino paraíso para los teóricos”. Y sigue diciendo: “Lo que era más importante para mí en aquel momento, y creo que también para [Igor] Tamm y los otros miembros del grupo, fue la convicción que nuestro trabajo era *esencial*” (Sajárov, 1990, pp. 96-97). Sajárov recuerda que, cuando la bomba H ya se estaba probando, se dio cuenta de que no podría ser transportada por los misiles soviéticos disponibles en ese momento. Por lo tanto comenzó a concebir un torpedo gigante que, lanzado desde un submarino, fuera capaz de destruir los grandes puertos norteamericanos. Sin embargo, cuando propuso el Proyecto Torpedo, fue sorprendido por la reacción del contralmirante Fomin:

[...] enojado y shockeado por la idea de una matanza masiva e inmisericordiosa, [Fomin] resaltó que los oficiales y marinos de la flota estaban acostumbrados a luchar sólo con enemigos armados, en batalla abierta. Yo estaba completamente avergonzado, y nunca discutí el tema con nadie más (Sajárov, 1990, p. 221).

Es este testimonio en las *Memorias* de Sajárov lo que llevó a Karl Popper a juzgar severamente al hombre que luego se convertiría en un ferviente disidente y en el campeón del Comité para los Derechos del Hombre –cuya lucha ciertamente contribuyó al fin del régimen soviético. Popper señala:

Se puede ver aquí que Sajárov no era un trabajador pasivo que hacía cualquier cosa que le ordenaban, sino que asumió un papel activo [...] Como he dicho, todavía mantengo una alta opinión de los últimos años de Sajárov, pero debo corregir mi juicio general sobre él. Tengo que decir que comenzó como criminal de guerra, y no puedo decir que esté, por así decirlo, completamente excusado por lo que hizo más tarde (Popper, 1997, pp. 25-27).

Nos encontramos aquí con una brutal definición, sin concesiones ni compasión, que además no es pronunciada por cualquiera: es la palabra de un científico que trabaja en armas de destrucción masiva, distraído de las consecuencias de lo que hace y consagrado al exclusivo placer de la investigación, en la obsesión y el narcisismo de la “dulzura técnica”. ¿Está entonces destinado a una corte internacional como criminal de guerra?

Como si fuera posible intensificar aún más esta complicidad entre Eros y Tanatos, los problemas que los científicos fueron llamados a resolver desde el advenimiento de la era nuclear han sido, frecuentemente, los de su propia elección desde el comienzo más que impuestos sobre ellos por gente inexperta. Al Pentágono no se le ocurrió la idea de la bomba atómica o la del escudo antimisiles de la “Guerra de las Galaxias”: fue a Leo Szilard (usando el nombre de Einstein) a quien se le ocurrió lo primero y a Edward Teller, lo segundo. Como fue demostrado por Herbert York, uno de los mejores expertos en armas nucleares y director por más de una década de la Agencia de Investigación Avanzada del Pentágono, es todavía más revelador que estos científicos tuvieran la intención de anticipar e incluso exceder lo que ya era posible en la construcción de nuevas armas. La filosofía de trabajo de York al comienzo de su carrera no reconocía ninguna otra compulsión aparte de la innovación a cualquier costo:

Llamaba a empujar todo el tiempo los límites tecnológicos. Nosotros no esperábamos que las altas esferas del gobierno o los militares nos digan qué querían y sólo entonces buscábamos cómo conseguirlo. En vez de eso, proponíamos desde el comienzo la construcción de dispositivos explosivos nucleares que [...] llevaban el estado del arte más allá de las fronteras exploradas hasta el momento (York, 1987, p. 75).

Con el propósito de alcanzar extremos tecnológicos, York propuso un día al presidente Eisenhower la construcción y la explosión de una bomba considerablemente más grande, por sobre los 20 megatones. Y se sorprendió al ver que el ex general se disgustó –con una reacción bastante parecida a aquella de Fomin, cuando fue confrontado por Sajárov por el mismo tema–: “¡Absolutamente no, éstas ya son demasiado grandes! [...] El asunto entero es una locura. Algo tiene que hacerse al respecto”. Este es el mismo hombre que, justo antes de dejar su cargo en la Casa Blanca, advirtió sobre el riesgo que la política pública se vuelva cada vez más cautiva de la élite científica y la militar, y del complejo militar-industrial al cual esta élite debe su existencia. El hecho que un general haya denunciado el poder ejercido por los científicos asociados con los militares como una seria amenaza para el funcionamiento mismo de la democracia provocó un shock en los medios, el

Congreso, el Pentágono y, especialmente, en gran parte de la comunidad científica norteamericana. Tal fue la magnitud de este shock que George B. Kistiakowsky, entonces asesor especial del Presidente en ciencia y tecnología, tuvo que publicar una declaración “autorizada” dejando en claro que Eisenhower no había hablado de los científicos en general.⁸

Sin embargo, el prestigio, privilegio y poder disfrutado por estos científicos como recompensa por el éxito logrado en armamento nuclear (tanto en la Unión Soviética como en los Estados Unidos) no les concedió influencia equivalente en construcción de políticas y de relaciones internacionales. Al contrario, desde el mismo momento en que la primera bomba atómica era ensayada en el desierto de Nuevo México, en la víspera de Hiroshima, los científicos involucrados han sido conscientes que no controlaban sus usos. Desde ese instante, la decisión de desplegar bombas atómicas contra un blanco particular permanecería completamente en las manos de los políticos. Esto fue, para muchos científicos, parecido al hecho de ser despojados y representó el descubrimiento frustrante de una relación asimétrica. Sólo unos pocos iban a intentar, en vano, oponerse a la decisión de tirar la bomba atómica sobre Japón. Eso significó descubrir que, a pesar del peso que el producto de sus actividades de investigación puede haber tenido sobre los vínculos entre la paz y la guerra, se les solicitó de *dar forma* a la decisión, pero no les permitieron *formularla*. En realidad ésta se les escapó enteramente.

La historia de la batalla que algunos dieron para cambiar la decisión sobre Hiroshima y Nagasaki es bien conocida, como lo es la que dieron, algún tiempo después, contra el programa que llevaba a la construcción de la “*Súper*” bomba, un millón de veces más poderosa. No habría necesidad de retornar a esta historia si no fuera para recordar que fueron los escrúpulos de estos científicos lo que llevó a la creación de la Asociación Americana de Científicos Atómicos. El *Boletín* de esta asociación todavía representa a aquellos que hacen campaña, como miembros de las Conferencias *Pugwash*, para la reducción de las armas nucleares, o incluso por un desarme general. Quizás este hecho pueda ser visto sencillamente como otra innovación cultural e institucional, es decir, el compromiso colectivo de los científicos en asuntos políticos. Eso no quiere decir que aquellos que participan en dichas organizaciones sean pacifistas –al contrario, la mayoría están estrechamente ligada al complejo militar-industrial–, pero consideran que el programa en el cual han estado participando debía pisar los frenos, o incluso detenerse completamente. En este punto sigue lo que Herbert York concluyó tempranamente

⁸ *New York Times*, 22 de enero, 1961.

en vista de la carrera armamentística que confrontaba a los Estados Unidos y la URSS: “No existe solución técnica al dilema de la disminución continua de la seguridad nacional que, por más de veinte años, ha acompañado el continuo incremento de nuestro poder militar” (York, 1969).⁹

Einstein señaló una vez que aquellos que habían ayudado a desarrollar la bomba atómica fueron llevados a trabajar a favor de la paz en estado de expiación, y nosotros mismos escribimos que las discusiones sobre el control de armas proveen un área donde la ciencia, que ha conocido el pecado, puede encontrar la redención (Salomon, 1989, p. 38). Sin dudas, las Conferencias de *Pugwash* produjeron algo así como una tregua celestial. Una especie de pausa religiosa en la cual, durante los peores períodos de la guerra fría, los científicos norteamericanos y soviéticos pudieron encontrarse para preparar las negociaciones que prohibirían las pruebas atómicas y reducirían las armas nucleares. La contribución hecha por estos encuentros para reunir a los dos superpoderes, incluso mientras todavía competían en la carrera armamentista, no puede ser desestimada. Desde este punto de vista, el Premio Nobel ha sido raramente más merecido que cuando fue entregado en 1995 a las Conferencias de *Pugwash* y a su secretario general, Joseph Rotblat.

Sin embargo, una vez pagado el tributo a dicho éxito en el campo de las armas nucleares, todavía permanecen sin resolverse los problemas que presenta este cruce de fronteras de transnacionales (y que en realidad principalmente muestran un diálogo inter-ideológico entre los científicos). El lenguaje común, la objetividad del método, el hábito de intercambiar información y participar en encuentros cuya intención es construir consensos vía demostraciones rigurosas: todo esto, por supuesto, puede ayudar a aislar las discusiones de las pasiones históricas, los intereses y la violencia. Permanecer en buenos términos durante los encuentros científicos, incluso en tiempos de tensión, si no de guerra, verdaderamente sugiere que el consenso técnico no sólo promueve el entendimiento sino también, de manera más importante, vuelve imposible “la demonización del otro”, en la cual el antropólogo Nur Yalman visualiza –con buen criterio– la fuente privilegiada de incompreensión y de guerra entre las naciones (Yalman, 2001).¹⁰

Un lenguaje común, como vehículo y canal de un tipo de entendimiento reservado a especialistas, actúa como una muestra de amistad y confianza

⁹ Esta advertencia fue pertinente para el antagonismo entre las dos superpotencias; es menos seguro que se pueda aplicar de la misma manera a la guerra contra el terrorismo. El gigantesco incremento desde el 11 de septiembre decidido por el gobierno de George W. Bush de los gastos de I+D en defensa le da la espalda a tal razonamiento. En realidad, ilustra una concepción radicalmente diferente, aquella de la guerra preventiva.

¹⁰ El autor trata en particular las tensiones entre Grecia y Turquía y entre la India y Pakistán.

que a algunos les gustaría extender más allá de la arena de discusión técnica. De este modo, después de la segunda guerra mundial los científicos naturales presentaron su conocimiento experto como un factor a tener en cuenta en el proceso de paz, como una fuente de universalidad y una manera de unir los pueblos y las naciones. En verdad, vislumbraron un gobierno mundial en el cual ellos conformarían de hecho los ministros más legítimos. Sin embargo, aquí de nuevo se vislumbra una ideología operando. Aunque el lenguaje común y la tradición de cooperación puede hacer de la comunidad científica un modelo ideal para la humanidad en general, la competencia de los científicos en sus campos de especialización no los vuelve, de hecho, expertos en otros campos, especialmente en el de las relaciones internacionales. Cuando el padre Dubarle, uno de los primeros miembros de *Pugwash* (un verdadero pugwashita, como se llaman a sí mismos) escribió que la “ciencia es el primer poder humano mundial que ha emergido entre los humanos”, admitió inmediatamente –y se lamentó por ello– que “el teólogo agregaría inmediatamente que la ciencia aún no le parece a él un poder *confirmado* en su función humana universal”.¹¹ El científico contemporáneo puede pensar como un filósofo platónico. Pero mientras sueña convertirse en rey, o en ver al rey convertirse en filósofo, en realidad sólo es, en el mejor de los casos, un asesor, como muchos otros, en la corte del príncipe.

Además, debe reconocerse que las Conferencias *Pugwash* sólo lograron cerrar acuerdos en el campo altamente especializado de las armas de destrucción masiva. Un espacio donde los científicos, profundamente involucrados en la construcción de estas armas, realmente disfrutaban de competencia exclusiva –y de responsabilidad privilegiada–. Cuando los pugwashitas se consagraron a otras tensiones o confrontaciones fuera de la guerra fría su influencia ha sido bastante menos evidente. Y, si se consideran los conflictos entre Grecia y Turquía, entre India y Pakistán o, en realidad, la guerra en la ex Yugoslavia o la tragedia palestino-israelí, es difícil ver cómo esta “diplomacia-paralela” hubiera producido algún impacto. Por el contrario, los “buenos oficios” son hoy provistos con mayor éxito por otros mediadores. Como, por ejemplo, en África por la comunidad de San Egidio (su nombre proviene del monasterio en Roma donde está su sede central), formada por hombres de negocios, gerentes e industriales cristianos.¹²

Aquí ya no nos encontramos con un espacio estrictamente confinado a los problemas cuya resolución depende de herramientas y métodos de las ciencias naturales tales como la habilidad para distinguir una explosión ató-

¹¹ Véase Dubarle (1959; 1962, p. 162, itálicas en el original).

¹² Véase Leymarie (2000) y Giro (2000).

mica de un terremoto. El caso es que la negociación política de la paz no es un asunto que concierne a la racionalidad y el método científico. Particularmente desde que, sin excepción, todos los nuevos conflictos de los que hemos sido testigos desde el fin de la guerra fría han presentado una “demonización del otro” cuyas dimensiones religiosas profundizan aún más el irracionalismo enraizado en los choques entre naciones, sectas o tribus. En suma, la ilusión más grande de los científicos es esperar que el modelo de las ciencias naturales pueda proveer una herramienta “operacional” capaz de resolver los conflictos que las sociedades enfrentan, por no hablar de resolver aquellos problemas que oponen unas sociedades a otras.

4. VIVIENDO CON CONTRADICCIONES

Si la “diplomacia paralela” de los científicos fue capaz de trabajar, aunque en forma incómoda, en medio de las tensiones de un potencial holocausto nuclear, el fin del comunismo y de la confrontación bipolar ha introducido un ciclo de violencia y amenazas de guerra muy diferente. El partido que los Estados Unidos y la ex Unión Soviética jugaban era en última instancia una confrontación entre dos adversarios que honraban un mismo código de buena conducta. Desde este punto de vista la amenaza nuclear era finalmente un factor moderador: como el general Poirier ha escrito, la bomba también reprime la violencia (Poirier, 1987, pp. 324-325). Cada uno de los dos enemigos sabía perfectamente que no podían tentar al destino. Por el contrario, los nuevos adversarios de los Estados Unidos, reales o potenciales, entre los cuales se ponen en la misma bolsa a las tropas de Bin Laden y los “estados villanos”, no suscriben las mismas reglas que dictaban la postura estratégica del duopolio soviético-norteamericano. Una muestra previa de esta situación novedosa se produjo con los reacomodamientos globales que se iniciaron en la guerra fría: Werner Von Braun y su equipo *Pennemünde* pasaron alegremente desde el servicio Nazi al lado norteamericano y de esta forma realizaron su gran sueño de cambiar los diseños de las V1 y V2 por la producción exitosa del cohete Apolo. Es un caso parecido a los científicos que ahora emigran desde los países ex comunistas, corriendo el riesgo de caer bajo sueldo de grupos o estados terroristas. Algunos investigadores son conscientes de enfrentarse al menos con un dilema (si no con un desafío moral) cuando participan en la construcción de armas de destrucción masiva. En cambio, otros simplemente continúan trabajando como técnicos, insensibles a las repercusiones de sus actividades, motivados solamente por el placer de servir sus ambiciones personales y ofreciendo al mejor postor sus habilidades científicas, tal cual vulgares mercenarios vendiendo su peri-

cia en cuestiones militares. Un caso perfecto de análisis, considerando el peligro actual de que grupos terroristas minoritarios adquieran armas de destrucción masiva, es el de Abdul Qadeer Khan. Khan, constructor de la bomba y de los misiles atómicos pakistaníes, compartió muchos de sus secretos con Libia, Irán y Corea del Norte. También vendió a esos países una gran cantidad de herramientas técnicas indispensables para dominar la producción de tales armas.

No constituyó un gran mérito de nuestra parte anunciar, antes del 11 de septiembre de 2001 en *Le scientifique et le guerrier*, que los conflictos que se avecinaban tomarían desprevenidos a los gobiernos y los militares, a pesar de, o más bien a causa de los desarrollos científico-tecnológicos. Tampoco tuvo ningún mérito anunciar que el proyecto de un escudo antimisiles no garantizaría al territorio norteamericano un santuario frente a las agresiones terroristas (Salomon, 2001, p. 120). Y aun así, la corriente ola de incidentes no representa una innovación en el arte moderno de la guerra. Más bien retoma la secta medieval de los *Assassins* y del “Viejo hombre de la montaña”, que tranquilamente podría haber inspirado a Bin Laden y a Al-Qaeda a propagar el terror a lo largo del mundo sunita y cristiano (Lewis, 1987). Todavía es chocante ver cómo en muchos países musulmanes las escuelas de ingeniería han sido transformadas en cunas del fundamentalismo y en campos de entrenamiento para terroristas. Como ha sido recientemente señalado con relación a estas transformaciones en el mundo islámico, el fracaso de la ideología de la ciencia ha dejado un vacío dentro del cual ha retornado la ideología de la religión. Una sustitución que resulta mucho más sencilla por el hecho de que la imaginación popular a veces permite a la ciencia y la religión formar una sola entidad, o incluso fusionarse (Khelifaoui, 2000).

La ideología de la guerra fría, por supuesto, demuestra claramente los límites de la ciencia como base para la acción ética. Un día de 1961, Sajárov se detuvo en la oficina de su joven colega, Víctor Adamsky en Sarot, el equivalente soviético del sitio de investigación norteamericano en Los Álamos, para mostrarle la novela de ciencia-ficción publicada ese mismo año por Leo Szilard, *La voz de los delfines*.¹³ Sajárov aconsejó en particular a Adamsky leer el capítulo “Mi juicio como criminal de guerra”, en el cual se cuenta cómo, después de que los Estados Unidos pierden una destructiva guerra contra los rusos, el autor es arrestado y junto con varios físicos colegas, es juzgado por un tribunal internacional. Aun a pesar de que Szilard había liderado una cruzada contra el uso de la bomba en Japón y escribió muchos artí-

¹³ Szilard (1961).

culos en apoyo de los acuerdos nucleares con los rusos, se lo consideraba un criminal de guerra. Pero este juicio junto con el de sus colegas es interrumpido, y todos los acusados son liberados como resultado de un brote epidémico causado por los rusos, quienes se encuentran con que los vastos stocks de vacunas con que contaban para proteger a su propia gente contra el virus resultaban inservibles. Como resultado del caos, los físicos norteamericanos se las arreglan para evitar nuevas persecuciones.

Víctor Adamsky cuenta cómo él, Sajárov, y algunos de sus colegas estaban sorprendidos de que ninguno de los físicos que eran juzgados ni sus abogados pudieran producir la más leve prueba coherente sobre su inocencia.

Estábamos asombrados por esta paradoja. No podíamos ignorar el hecho de que estábamos desarrollando armas de destrucción masiva. Pensábamos que esto era necesario y estábamos convencidos de su necesidad. Pero el aspecto moral del asunto no le permitiría a Andrei Dimitrievich (Sajárov) ni a algunos entre nosotros vivir en paz.

Szilard fue el primer científico que imaginó una reacción en cadena (en 1933) y quien escribió la carta a Roosevelt, firmada por Einstein, advirtiendo que los nazis podrían superar a los Estados Unidos en la carrera hacia las armas nucleares. Y fue también el mismo que concientizó a Sajárov de las implicancias morales de su investigación. De acuerdo con Richard Rhodes, quien recuerda la anécdota, ésta fue “como un mensaje en una botella al mar dirigida a un laboratorio secreto soviético” (Rhodes, 1995, p. 582).

Prestemos atención a aquello que a Sajárov se le presentaba como una paradoja, ya que ilumina la especificidad del papel que los científicos juegan en este campo. Ninguno, por supuesto, pensaría en amonestarlos por contribuir, como cualquier otro ciudadano, a la defensa de su país. Tomando en cuenta nuestra propia experiencia durante la segunda guerra mundial, seríamos los últimos en afirmar que un país, y el nuestro en particular, puede funcionar sin una política militar. Pero debemos resaltar algo más aquí: los científicos quienes, como Einstein, proclamaron su pacifismo invocando la doctrina de la no-violencia, son extremadamente raros. En realidad, Einstein mismo, como Gandhi, admitió que el uso de la fuerza es inevitable cuando hay que oponerse a un enemigo cuyas intenciones son las de destruir la vida como fin en sí mismo. El problema moral enfrentado por los científicos no yace en el hecho de que se encuentren movilizados dentro del mismo laboratorio. Surge en la misma naturaleza de las armas de destrucción masiva que sólo ellos están en posición de concebir, inventar y producir. Los científicos aliados al complejo militar-industrial nos han provisto de abundantes testimonios sobre cómo han descubierto, a menudo, tal como el aprendiz del hechicero, que simplemente fueron demasiado lejos.

Aquí, sin embargo, vemos una innovación aún más siniestra de nuestra época. La acusación de hereje sobre Galileo permitió que la verdad científica fuera finalmente desvinculada del problema de la obediencia religiosa. Al contrario, en una concepción del conocimiento que implica la separación de poderes entre autoridades competentes, como en el caso de Oppenheimer, cuando el asesoramiento técnico provisto por el experto es revelado como erróneo, este es considerado indigno de su función. Como la investigación científica está fuertemente atada al Estado y a sus opciones, ya no existe una línea de demarcación estricta entre los poderes de las autoridades competentes. El espacio del debate no es aquel de la verdad científica en desigualdad con algo extraño a ésta, sino la del asesoramiento técnico que se encuentra en desigualdad de condiciones con las decisiones políticas de las cuales es fundamento. Galileo podía apelar a la eternidad en contra de la Santa Sede, pero Oppenheimer no tuvo ningún recurso contra la historia (Salomon, 1973, pp. 195-202).

5. ¿NUEVOS ESTÁNDARES CIENTÍFICOS?

Por un lado entonces, se encuentra la intoxicación técnica, el placer o la dulzura de la investigación, de la excitación de resolver problemas y tener iluminaciones impensadas: como esto es posible, debe hacerse con el irreprimible entusiasmo que lleva al descubrimiento de un mundo nuevo. Por otro lado, mientras tanto, se encuentra el ambiguo carácter de la historia, de sus conflictos de valores, intereses y responsabilidades, las que no son asunto de los científicos sino de la sociedad —lo que más tarde puede o no derivar en algún beneficio del encuentro de los científicos con las exigencias de la guerra—.

En Ginebra, a fines de 2001, durante las negociaciones que retomaron la discusión en favor del tratado que prohíbe las armas biológicas, varias delegaciones lucharon por imponer un artículo que denunciaba como “enemigo de la humanidad” (*hostes humani generis*) a aquellos científicos, políticos, militares y hombres de negocios que contribuyan a la producción y el comercio de tales armas. Estas negociaciones fueron más tarde interrumpidas por la salida de la delegación norteamericana después del 11 de septiembre. Con cierto grado de optimismo (y recordando los esfuerzos indispensables que los propios norteamericanos realizaron para comenzar el proceso del tratado en primer lugar, tan tempranamente como en la administración Nixon), se podría concluir que la adopción de este tratado simplemente ha sido pospuesta. Y podríamos consolarnos pensando todo lo que se ha sido logro en la lucha por los derechos humanos y la ley internacional. Hemos visto la emer-

gencia de las cortes internacionales, así como la de las legítimas intervenciones humanitarias. Criminales de guerra fueron arrestados y llevados a juicio, inclusive algunos han sido acusados por crímenes contra la humanidad. El fiscal encargado del proceso sobre la ex Yugoslavia en la Corte de La Haya ha señalado que, efectivamente, nos hemos movido desde la cooperación con los estados a imponer obligaciones sobre éstos. Sin dudas ello constituye una innovación desde los juicios de Nuremberg. Un giro en las relaciones internacionales que nos permite pensar, junto con Raymond Aron, que después de todo podría existir algo parecido a “el germen de una conciencia universal”, no importa cuán incoherente les puede parecer a algunos. Y de esta manera podemos esperar que llegue un momento en el que la ciencia que, en términos freudianos, explota el Eros de la investigación motivada por el Tanatos de la guerra, será efectivamente condenada como un enemigo de la humanidad.

Es posible, por supuesto, inclinarse hacia el pesimismo –y la corriente tendencia norteamericana a la guerra preventiva, el unilateralismo y su aversión a las Naciones Unidas como la mejor respuesta a los desafíos internacionales del siglo XXI, no ayuda para cambiar este estado de ánimo–. Se podría entonces estar tentado a pensar que, como resultado del 11 de septiembre de 2001, el mundo ha resurgido como un lugar más incierto y temible de lo que había sido durante la guerra fría. Es decir, un lugar donde las esperanzas racionales de progreso de la ley internacional y la conciencia universal podrían ser ya obsoletas. Esto puede realmente parecer la más impresionante innovación con relación al tratado de no-proliferación, una innovación no sólo en términos de los conflictos de guerra sino también en la cultura política kantiana que llevó a la “vieja Europa” a soñar un orden internacional no sujeto a ningún imperio. Por un lado, el gran terror a las silenciosas armas de destrucción masiva disponibles para cualquier terrorista al precio más barato posible gracias a los mercenarios de la ciencia. Por otro, como ha escrito Stanley Hoffmann, “la destrucción de algunos de los principales esquemas de cooperación que habían sido establecidos en 1945 y que intentaban introducir cierto orden y moderación en la jungla de los tradicionales conflictos internacionales” (Hoffmann, 2003). Y, de este modo, gracias a la continua imbricación de la ciencia y los científicos en los conflictos armados y las relaciones internacionales, el siglo XXI podría llegar a desafiar a sus precedentes y disputarles (de acuerdo con Camus) el título del *siglo del miedo*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atiyah, M. (1995), “Anniversary Address of the President of the Royal Society”, *Royal Society News*, vol. 8, N° 6.

- Ausubel, J. H., Keynan, A. y Salomon, J. J. (eds.) (2001), *Technology in Society*, “Scientists, Wars and Diplomacy: A European Perspective”, número especial, vol. 23, N° 3.
- Branscomb, L. M. y Keller, J. H. (1998), *Investing in Innovation: Creating a Research and Innovation Policy That Works*, Cambridge, MIT Press.
- Camus, A. (1965) [1946], “Le siècle de la peur”, en A. Camus, *Essais*, París, Gallimard, Pléiade.
- Cassin, R. (1972), “Science and the Rights of Man”, *Impact: Science and Society*, vol. XXII, N° 4, París, UNESCO.
- Dubarle, D. (1959), “Towards a World Community of Scientists”, *Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 15, N° 5, pp. 178-180.
- (1962), *La civilisation et l’atome*, París, Editions du Cerf.
- Dyson, F. (1979), *Disturbing the Universe*, Nueva York, Harper and Row.
- (1985), *Weapons and Hope*, Nueva York, Harper and Row.
- Faucherre, N. y Prost, P. (1992), *Le triomphe de la méthode*, París, Découvertes Gallimard Albums.
- Garland E. Allen y MacLeod, R. M. (eds.) (2002), *Science, History and Social Activism: A Tribute to Everett Mendelsohn*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Giro, M. (2000), “Une grammaire de la reconciliation”, *Le Courrier de l’Unesco*, París.
- Grémion, P. (1975), *Intelligence de l’anticommunisme: le Congrès pour la liberté de la culture à Paris 1950-1975*, París, Fayard.
- Hoffmann, S. (2003), “America Goes Backward”, en *The New York Review of Books*, 12 de junio, p. 74.
- Isaac, J. (1936), *Paradoxe sur la science homicide et autres hérésies*, París, Rieder.
- Khelifaoui, H. (2000), *Les ingénieurs dans le système éducatif: L’aventure des instituts technologiques algériens*, París, Publisud.
- Lewis, B. (1987) [1967], *The Assassins: A Radical Sect in Islam*, Nueva York, Oxford University Press.
- Leymarie, P. (2000), “Les bâtisseurs de paix de San’Egidio”, *Le Monde Diplomatique*.
- MacLeod, R., (2002), “Strictly for the Birds?: Science, the Military and the Smithsonian’s Pacific Ocean Biological Survey Program, 1963-1970”, en G. E. Allen y R. M. MacLeod (eds.), *Science, History and Social Activism: A Tribute to Everett Mendelsohn*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Mendelsohn, E. (1989), Science, Technology and the Military, en J. J. Salomon, (ed.) (1989), *Science, War and Peace*, París, Economica.

- Merton, R. K. (1957), *Social Theory and Social Structure*, Glencoe, Free Press. (En castellano, *Teoría y estructura sociales*, Buenos Aires, FCE, 2002.)
- Mumford, L. (1934), *Technics and Civilization*, Nueva York, Harcourt-Brace. (En castellano, *Técnica y civilización*, Madrid, Alianza, 2002.)
- Oppenheimer, R. (1948), "Physics in the Contemporary World", *Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 4, N° 3, p. 66.
- Poirier, L. (1987), *Stratégie Théorique II*, París, Economica.
- Polenberg, R. (ed.) (2002), *In the Matter of J. Robert Oppenheimer: The Security Clearance Hearing*, Londres, Cornell University Press.
- Popper, K. (1997), *The Lesson of This Century: With Two Talks on Freedom and the Democratic State*, Londres/Nueva York, Routledge.
- Pujo, B. (1991), *Vauban*, París, Albin Michel.
- Rhodes, R. (1995), *Dark Sun: The Making of the Hydrogen Bomb*, Nueva York, Simon & Schuster.
- Richardson, J. (2003), *War, Science and Terrorism: From Laboratory to Open Conflict*, Londres, Frank Cass.
- Sakharov, A. (1990), *Memoirs*, Nueva York, Alfred A. Knopf.
- Salomon, J. J. (1973), *Science and Politics*, Cambridge, MIT Press. (En castellano, *Ciencia y política*, México, Siglo XXI Editores.)
- (2001), *Le scientifique et le guerrier*, París, Belin.
- (ed.) (1989), *Science, War and Peace*, París, Economica.
- Saunders, F. S. (1999), *The Cultural Cold War: The CIA and the World of Arts and Letters*, Nueva York, The New Press.
- Schméder, G. (2001), "A Reconsideration of the Idealistic Vision of Science for Peace", en *Technology in Society*, J. H. Ausubel, A. Keynan y J. J. Salomon (eds.), número especial "Scientists, Wars and Diplomacy: A European Perspective", vol. 23, N° 3, pp. 441-450.
- Szilard, L. (1961), *Voice of the Dolphins and other stories*, Nueva York, Simon & Schuster. (En castellano, *La voz de los delfines*, Buenos Aires, Fabril, 1963.)
- Yalman, N. (2001), "Science and Scientists in International Conflict: Traditions and Prospects", *Technology in Society*, vol. 23, N° 3, pp. 489-503.
- York, H. F. (1969), "Military Technology and National Security", *Scientific American*, vol. 221, N° 2.
- York, H. F. (1987), *Making Weapons, Talking Peace: A Physicist's Odyssey from Hiroshima to Geneva*, Nueva York, Basic Books.

ÉTICA E INVESTIGACIÓN, HACIA UNA POLÍTICA DE INTEGRIDAD TECNOCIENTÍFICA*

ANTONIO ARELLANO HERNÁNDEZ | LAURA MARÍA MORALES NAVARRO**

RESUMEN

En los últimos años, la relación entre ética y producción tecnocientífica ha vuelto a ser discutida desde diversos puntos de vista. Este interés se debe principalmente al lugar preponderante que la tecnociencia ha ido ocupando en las esferas sociales, culturales y políticas.

Este artículo reconstruye las distintas formas en que ha sido abordado este debate, tanto desde posturas pesimistas como optimistas y desde aquellas que parten de pensar la tecnociencia como una paradoja. Distanciándose de estos enfoques, los autores proponen la elaboración de una ética de investigación que parte de reconocer el proceso continuo y procesual de construcción simultánea de los objetos, los problemas y los valores de la producción tecnocientífica.

PALABRAS CLAVE: ÉTICA, TECNOCIENCIA, INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, RESPONSABILIDAD CIENTÍFICA.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el tema de la relación entre la ética y la producción científico-tecnológica ha cobrado un fuerte interés en todos los ámbitos de la sociedad (Ziman, 1999). Esta relación se ha vuelto cada vez más intensa y compleja en la medida en que la investigación científico-tecnológica¹ ha devenido el eje de la invención material, la fuente de reorganización social, económica y política y el origen de las grandes polémicas públicas contemporáneas. La ciencia, como dice Michel Serres, se ha convertido en la fuente

* Este trabajo contó con el apoyo financiero del CONACYT mediante el convenio 41385-S.

** Antonio Arellano Hernández, investigador de la Facultad de Ciencias Políticas y Administración Pública, UAEM. E-mail: <aah@uaemex.mx>. Laura María Morales Navarro, becaria CONACYT-UAEM. E mail: <lmnm@politicas.uaemex.mx>.

¹ Empleamos aquí el término “tecnociencia” de manera propedéutica como la síntesis de ciencia y tecnología. En el apartado 2 aclararemos este término.

de solución de muchas limitaciones, pero, simultáneamente, es la responsable del origen de nuevas problemáticas (Serres, 1994).

Actualmente, tanto humanistas como científicos han modificado sus perspectivas de la ética respecto a la tecnociencia. Por un lado, los humanistas están incorporando la investigación científica y sus productos en fuentes de temas éticos dando lugar a una ética de ciencias y técnicas; por otro, un número creciente de científicos han ido involucrando temas valorativos en sus disciplinas tratando de establecer principios pertinentes a la integridad científica. Como resultado de estas interpenetraciones, los humanistas han perdido el patrimonio exclusivo de la ética y los científicos intervienen crecientemente en la crítica valorativa de las tecnociencias. De manera interdisciplinaria, la ética de ciencias y técnicas está convirtiéndose en un asunto primordial de la ética del mundo actual.

Buena parte de los análisis de la moralidad del desarrollo científico y tecnológico se han organizado en un debate maniqueo entre posiciones pesimistas y optimistas;² en ocasiones éstas son mantenidas abiertamente o se encuentran implícitas en las argumentaciones. Así, pese a la notable solución de problemáticas contemporáneas de toda índole logradas mediante la investigación científica, los pesimistas evocan la deshumanización y la pérdida de valores debidas a la imposición unidimensional de la tecnología sobre la sociedad³ y las relaciones humanas.⁴ Por otra parte, pese al incremento de los efectos secundarios de la aplicación de tecnologías,⁵ los optimistas mantienen la esperanza de que, al final de las historias tecnocientíficas, los efectos secundarios se mitigarán y los más altos valores humanitarios se impondrán.⁶ Una tercera posición, complementaria de aquellas, asume la tecnología como una

² Véase el repertorio de trabajos expuestos en Medina, M. y T. Kwiatkowska (2000), sobre todo el de López-Vilchis y Kwiatkowska, “Ética y ciencias biológicas, un reto para el tercer milenio”.

³ Entre los pesimistas encontramos a muchos humanistas y sociólogos, por ejemplo, Jacques Ellul (1977 y 1990), Gilbert Hottois (1993) y Hebert Marcuse (1984).

⁴ Rindiendo homenaje a la obra de Jacques Ellul, Ivan Illich (1994) considera que la sociedad tecnológica ha expropiado la práctica sensual de los humanos e impide la amistad, de esta manera “he aquí porque me parece que no podemos sustraernos a la reconquista disciplinada de la práctica sensual en una sociedad de milagros tecnológicos. La preservación de los sentidos, esta prontitud al obediencia, esta mirada casta que la regla de San Benito opone a la *cupiditas oculorum, me pacere* condición fundamental de renuncia a la técnica en tanto ella opondrá un obstáculo definitivo a la amistad”.

⁵ Véase el repertorio de desastres tecnológicos ilustrados en el número marzo-abril de 1998 del bimensual *Manière de voir* (Le Monde Diplomatique, 1998).

⁶ Entre los optimistas hallamos a buena parte de los científicos de las ciencias naturales e ingenieros, así como a los autores que defienden la supremacía del hombre sobre la tecnología.

paradoja (Rescher, 1999) según la cual, ella es la única capaz de proporcionar los requisitos de confort para hacer posible la vida contemporánea pero simultáneamente es su factor del incremento de la complejidad y del riesgo.

A nuestro juicio, las posiciones anteriores mantienen dos dificultades analíticas. Se concentran en la valoración de los efectos e impactos de los productos de la investigación y consideran que la ciencia, la tecnología y los valores están dados *a priori*, son inmutables y autónomos. En este trabajo nos interesa elucidar esas dificultades para vislumbrar el estudio empírico de la relación axiología y tecnociencia desde una perspectiva procesual, tratando de mostrar que el proceso de elaboración de inscripciones valorativas corresponde al de construcción de conocimientos y artefactos tecnocientíficos.

En el mundo contemporáneo, el núcleo institucional en el que se construyen los conocimientos y técnicas se localiza en las universidades y centros de investigación. Este núcleo se ha convertido en el auténtico y legítimo espacio implicado en la reconstrucción del mundo actual (Arellano, 1996) y en la formación de nuevos saberes (Casas y Luna, 1999) y artefactos tecnológicos; por esta razón, el tema de la eticidad de la tecnociencia se ha vuelto ineludible en las instituciones de investigación.

El objetivo de este trabajo consiste en abordar, analítica e institucionalmente, la relación ética-ciencia/tecnología, que nos permita proponer una discusión sobre la relación entre investigación tecnocientífica y valores en las instituciones de investigación y en los ámbitos de reflexión ética; asimismo, abrir la posibilidad para estudiar empíricamente la construcción simultánea de objetos, colectivos y problemas morales en los procesos investigativos. Para tales efectos, hemos dividido el texto en tres apartados. Para comenzar, analizaremos las formas principales en que ha sido abordada esta relación; enseguida, mostraremos los esfuerzos promotores para la introducción de políticas de integridad en la investigación tecnocientífica y, finalmente, presentaremos algunos aspectos generales de posible consideración en los debates sobre las políticas de integridad moral tecnocientífica y la idea de estudiar empíricamente el surgimiento del estudio de los problemas morales en la investigación.

1. ÉTICA E INVESTIGACIÓN TECNOCIENTÍFICA

Tres cuestiones nos llaman la atención en el análisis sobre la eticidad de la ciencia y la tecnología. La primera, se refiere a éstas como actividades independientes y separadas por fronteras bien definidas; así, numerosos autores han diseñado principios éticos para cada una de ellas; un ejemplo de esta separación la sostiene el influyente filósofo Carl Mitcham cuando considera

la existencia de “una ética para la ciencia, otra para la ingeniería profesional y otra más para la tecnología” (Mitcham, 1996, p. 191). Aceptando el primado anterior, la segunda cuestión asume la ciencia moralmente neutral y la tecnología impregnada de valores, que oculta de este modo, las relaciones íntimas que ambas mantienen a lo largo de su interdesarrollo. Finalmente, la tercera, donde intentando mantener separadas ciencia y tecnología, ciertos autores no consideran a la investigación como objeto de análisis social y humanístico ni merecedor de análisis éticos.

Las tres cuestiones anteriores son solidarias de la caracterización de la actividad de investigación, según la cual, la ciencia y la tecnología son percibidas como actividades separadas por fronteras infranqueables. La diferencia entre la ciencia y la técnica fue elaborada por los fundadores del pensamiento occidental. Aristóteles estableció la diferencia entre *episteme*, que aludía a la actitud teórica y contemplativa del mundo, y la *techné* para referirse a la actitud humana que produce materialmente el mundo (Barone, 1989). Si bien, en Aristóteles el estatuto de conocimiento demostrable o de capacidad explicativa requerido para ambas podría sugerir que la famosa separación entre *episteme* y *techné* haya sido solamente una construcción analítica del conocimiento elevado a la categoría de demostrable, lo cierto es que tal clasificación permanece hasta nuestros días, de manera invariable.

La distinción de la que hablamos ha impedido que posiciones tan radicales como la de Feyerabend contra la dictadura, no importa de qué método científico, no se extiendan al rechazo de la distinción entre método científico y método técnico o entre el pensamiento y la acción práctica.

Actualmente, la distinción conceptual entre la naturaleza de la ciencia y la técnica está en crisis. Si en la época de los clásicos parecía haber razones para pensar que la ciencia y la creación de las técnicas eran dos actividades distintas, en el siglo XX el progreso científico y el desarrollo técnico se han integrado en un solo haz que pone en duda la esencia de su diferenciación (Habermas, 1973). De conformidad con Barone (1989), la producción científica moderna liga condicionalmente hipótesis con experiencia de la siguiente forma: “[...] en la medida que el momento de la verificación experimental es indispensable a la vida misma de una teoría científica y que el momento de la verificación teórica se consolida como momento técnico, en esa medida la experiencia técnica adquiere la dignidad de ciencia” (Barone, 1989, p. 122).

Un aporte crucial contra la distinción entre las nociones ciencia y técnica proviene de los estudios *in situ* de laboratorios realizados en las etnografías elaboradas por los antropólogos de la ciencia (Knorr Cetina; 1981; Latour y Woolgar, 1988), quienes muestran los mecanismos científico-técnicos empleados por los investigadores para movilizar teorías, materias primas de

origen natural y equipos científicos en un incesante esfuerzo por innovar teórica y empíricamente. En este sentido,

[...] uno de los problemas esenciales a los que se enfrentan quienes se empeñan en caracterizar las actividades científicas y técnicas como acciones distintas es que sus observaciones son posteriores a las propias definiciones de los investigadores. Obsesionados por la racionalidad y los resultados científicos, esos autores no perciben los prolongados periodos de incertidumbre, desorganización, anarquía e indefinición de ideas por los que atraviesan científicos, tecnólogos y proyectos científicos (Arellano, 1999, p. 27).

La amplitud de los debates sobre la distinción ciencia/técnica o investigación fundamental/investigación aplicada, han puesto en evidencia la imposibilidad de concebirlas como dominios diferentes (Callon, 1986; Ducos y Joly, 1988). Esos debates indican, como dice Callon, que “las distinciones que los actores defienden en estas controversias únicamente muestran los intereses de aquellos que quieren ser reconocidos como teóricos y de aquellos que quieren ser reconocidos como técnicos” (1981, p. 387) a partir de las políticas de las instituciones en las que actúan.

Amén de que el término tecnociencia se encuentra plenamente estabilizado en algunos diccionarios como el *Larousse*.⁷ Por algunas de estas razones expuestas, la perspectiva de tecnociencia que empleamos esta más cercana a la noción de tecnociencia de Latour y a la idea de ciencias y técnicas de Habermas, que a la noción de tecnociencia de Hottois y de la idea de sumisión de las ciencias a las técnicas de Ellul. Es interesante cómo la noción de tecnociencia ha sido motivo de explicitación dando mayor peso a la tecnicidad o la actividad científica. Por un lado, Gilbert Hottois⁸ (1984), siguiendo a Ellul (1954), considera que la tecnicidad ha colonizado la actividad científica en el fenómeno indivisible de la tecnociencia, dando así el origen de su problematicidad ética;⁹ por otro lado, Latour considera que las

⁷ *Larousse* introdujo el sustantivo *technoscience* en 1991 y el *Grand Robert* incluye el adjetivo *technico-scientifique* desde principios del siglo XX.

⁸ En 1984, Gilbert Hottois introduce el término en el texto *Le signe et la technique*: “el término tecnociencia (*technoscience*) nos ha parecido el más conveniente para designar el trabajo en marcha de esto que se conoce más comúnmente como investigación científica contemporánea, de la cual la técnica (el espacio y el tiempo tecnificado que nos envuelve completamente) constituye el ‘medio natural’, de desarrollo y también el principio motor” (1984, pp. 59-60).

⁹ En 1954, Jacques Ellul considera que la ciencia está sometida a la técnica, pero a una técnica que no es simplemente instrumentación, sino a una portadora de valores.

[...] tecnociencias (siempre en plural) designan todos los elementos ligados a los contenidos científicos, aún si aparecen poco netos, inesperados o extraños y las expresiones “ciencia y tecnología” (entre comillas) [...] lo que queda de las tecnociencias una vez que se han atribuido las responsabilidades (Latour, 1989, p. 62).

La noción de tecnociencia que empleamos coincide con la de Habermas cuando considera que ciencia y tecnología integran un solo haz indisoluble (1973), agregaríamos a esta idea la noción de proceso considerando que en el seno de la investigación tecnocientífica las actividades se encuentran coexistiendo permanentemente. Desde luego que todas las posiciones tienen su expresión ética; en Ellul y Hottois desde la crítica a la tecnología colonizadora de la ciencia, en Latour desde la atribución de responsabilidades finales como ciencia o tecnología y, en Habermas en la permisividad ideológica de la ciencia y la tecnología.

Nos interesa en este apartado no separar la ciencia y la tecnología para mantener la idea de tecnociencia; poner en relación ciencia y tecnología, y hechos y valores, interpenetrando estos términos de una axiología de la tecnociencia; finalmente, asumir el proceso de investigación como tema de análisis ético mediante la idea de una ética de la investigación. Si los análisis fueran consistentes, lograríamos discutir la posibilidad de una *ética de la investigación tecnocientífica*. Para arribar a esta noción, en primer lugar a) analizaremos separadamente las éticas de la ciencia y b) de la tecnología tal y como han sido desarrolladas por ciertos autores representativos y c) mostraremos las posibilidades de reconfigurar las asociaciones pertinentes para nuestros fines discutiendo las posibilidades de evitar la disyuntiva ciencia neutra *versus* tecnología valorativa. Enseguida, d) integraremos los elementos de la discusión anterior que nos permitan referirnos a esta ética de la investigación tecnocientífica.

A) ÉTICA DE LA CIENCIA

Según Mitcham, en la ética de la ciencia pueden distinguirse tres enfoques, uno fundamentalmente teórico y dos empíricos, de los cuales uno es internalista y otro externalista (Mitcham, 1996). Modificando esta tipología para los fines de este trabajo, distinguimos un enfoque internalista, uno deontológico y otro externalista. De acuerdo con esta ordenación, en el enfoque internalista pueden apreciarse dos versiones: una que se refiere a la distinción teórica entre ciencia y ética como una diferenciación entre hechos y valores, y otra, que fusiona ambas en un *ethos* de la ciencia. El segundo enfoque alude a la visión deontológica de la ciencia abordando la ética profesional de la

práctica científica. Finalmente, el enfoque externalista se manifiesta en los problemas valorativos que surgen de los imperativos científicos y tecnológicos demandados por los actores gubernamental-militares y/o empresariales de ciertos países (Mitcham, 1996, pp. 192-193).

Respecto al enfoque internalista que distingue hechos y valores, Max Weber planteaba la irreductibilidad entre ambos, de manera que un hecho científico no puede justificarse valorativamente y, viceversa, un planteamiento valorativo nunca puede sustentarse mediante evidencia científica (Weber, 1968). Asumiendo la distinción entre ciencia y ética como una diferenciación entre hechos y valores, algunos autores, como Mitcham, han argumentado la necesidad de incorporar valores en la investigación científica (Mitcham, 1996, p. 193) como si la ciencia tuviese cierta esencia no sujeta a valoración externa. Y, otros como Rescher, siguiendo el planteamiento de Laudan, se han interesado en establecer el principio de la autolimitación humana sobre el conocimiento como valor ético; para este fin, la ética podría servir de instrumento que permitiera trazar el límite externo a la investigación; en esa argumentación, el límite interno estaría dado por los propios factores cognitivos (Rescher, 1999).

Respecto a la primera versión de internalismo, la versión del *ethos científico* es más compleja de abordar pues se relaciona con la deontología y la epistemología. La postura más notoria del internalismo está representada por la acuñación del concepto *ethos de la ciencia* de Robert Merton (1973) como un “complejo de valores y formas que [son vividos] como imperativos para el hombre de ciencia” (Mitcham, 1996). Según Merton, la ciencia se rige de acuerdo con ciertas normas que caracterizan y garantizan el ejercicio de la razón. Como es bien sabido, el *ethos* mertoniano está constituido por la norma del *comunalismo*, en tanto que los hallazgos de la ciencia son producto de la colaboración social; la del *desinterés*, que se refiere a la aspiración legítima de los científicos para acceder al prestigio derivado de la actividad científica y al rechazo de otros beneficios; la del *universalismo*, como norma del sometimiento de las pretensiones de validez a criterios impersonales, como la adecuación a la experiencia y el conocimiento confirmado, y, finalmente, la norma del *escepticismo organizado*, según la cual es propio de la actuación científica poner en tela de juicio otros enfoques.¹⁰

¹⁰ Posteriormente, Cournand y Zuckerman, discípulos de Merton, propusieron tres principios suplementarios, a saber: la tolerancia hacia ideas nuevas y científicos disidentes, el reconocimiento público de los errores y el reconocimiento de trabajos anteriores en el proceso de descubrimiento (Larivée, 1993).

La imagen mertoniana de la institución científica pretende establecer en un solo movimiento constituyente de la ciencia, los fundamentos de una deontología científica y la idea de la verdad universal. Los principios del universalismo y del escepticismo organizado precisan esta idea, primeramente demandando la universalización del contenido mismo de las pretensiones de validez, de su adecuación a la experiencia y de su confirmación cognitiva, en seguida construyendo la vigilancia epistemológica mediante el escepticismo. Estos dos principios cumplen no sólo un papel ético, sino que simultáneamente juegan un papel epistemológico del que depende el conocimiento adecuado a la experiencia, confirmado y resistente a la crítica. Por estas razones es que decimos que, estableciendo una deontología científica, Merton ha involucrado la axiología científica como un componente de la verdad científica. Ha reunido en el sitio del contenido científico tanto los valores como el conocimiento. De hecho, la imagen de la ética internalista mertoniana es en sí misma una posición valorativa; pero expresada paradójicamente como una deontología impuesta desde el exterior de los contenidos del conocimiento.

Larry Laudan¹¹ reconoce en su clásico texto *Science and Values* (1984) que los valores están presentes en la actividad científica como ética endógena de la ciencia. Asimismo, que el estatuto de la ética de la ciencia respecto a la filosofía de la ciencia y la ética en general es similar al que mantiene la epistemología con la filosofía de la ciencia y con la teoría del conocimiento científico. En este sentido, la ética de la ciencia puede ser considerada como una parcela de la filosofía de la ciencia sin dejar de tener relación con la ética general del mismo modo en que la epistemología, siendo parte de la filosofía de la ciencia, se conecta subsidiariamente con la teoría del conocimiento.

En Laudan (1984), la investigación de los valores científicos tiene una continuidad que conecta la ética endógena con los problemas éticos generales. Según este autor, la indagación de los valores desde una perspectiva externa (ética exógena) vinculada con el resto de la experiencia humana tendría que considerar las repercusiones éticas de la actividad científica sobre la sociedad y la conexión de la ética exógena con preocupaciones axiológicas en general. Esta posición es interesante porque, por un lado, atribuye al contenido científico una fuerza ética que se extrapola a la ética de la ciencia y aun a la ética general, y por otro, es exactamente contraria al enfoque externalista (que

¹¹ Recordemos que para Laudan, el progreso de la ciencia depende de la capacidad de resolución de problemas con respecto a estándares previos para los que existía un problema y una solución. Véase la evolución del pensamiento laudiano que realiza Sergio Martínez, “Del progreso instrumental al progreso de la racionalidad”, en Martínez, 1998.

veremos más adelante). Laudan pretende que los valores cognitivos y las reglas metodológicas no son necesariamente valores éticos ni normas morales, respectivamente; pero esta abstención analítica no evita necesariamente la fusión de valores y hechos en una versión epistemológica en la que los valores epistémicos son intrínsecamente valores éticos. El problema de restringirse a la *evaluación racional del conocimiento* es que retiene y coarta el análisis de la praxis científica, sin razón cognoscitiva o epistemológica alguna.

Cuando Thomas Kuhn aborda el tema de la elección de una teoría, reúne desde los valores epistémicos hasta los contenidos científicos, si entendemos que el acto de escoger una teoría no consiste exclusivamente en un procedimiento de elección, sino también del hecho de seleccionar ciertos contenidos pertinentes. En su texto *Objetividad, juicios de valor y elección de una teoría*, Kuhn aborda la argumentación en un estilo típicamente ético, del siguiente modo: “comenzaré por preguntar ¿Cuáles son las características de una buena teoría científica?” (1982, p. 345), pasando, en seguida, a poner en escena sus cinco valores epistémicos, a saber: precisión, rigor, coherencia, fecundidad, utilidad y generalidad. Pero el trabajo de Kuhn es muy sutil, pues más adelante indicará “lo que estoy sugiriendo es que los criterios de elección [...] funcionan no como reglas, que determinen decisiones a tomar, sino como valores, que influyen en éstas” (1982, p. 355). Y, luego matizará esto último de la siguiente manera: “Dada una situación concreta a la cual puedan aplicarse las reglas (de elección) del filósofo, mis valores funcionarían como esas reglas y producirían la misma elección” (1982, p. 357). Con esto puede percibirse que los valores epistémicos kuhnianos funcionan axiológicamente y viceversa, o como él dice: “Después de todo, no es casual que mi lista de los valores que guían la elección de teoría sea casi idéntica a la lista tradicional de reglas que prescriben la elección” (1982, p. 357). Kuhn se coloca en la posición internalista de la ética considerando que sus valores epistémicos no contienen alguna información científica general o abstracta pero sí prefiguran de manera general la presentación de los contenidos científicos; en esto último radica justamente su compromiso epistémico intrínseco y más aún, su carácter preformativo del contenido científico.

Es importante resaltar que el resultado de otorgar valores internos a la ciencia a través del *ethos* mertoniano y de los valores epistémicos kuhnianos significó la pérdida del monopolio del tema de la moral por los enfoques éticos convencionales.

Ahora bien, el enfoque deontológico es tan antiguo y conocido como el Juramento Hipocrático y sólo nos restaría actualizar sucintamente su condición. Recientemente, la complejidad de la actividad científica desarrollada después de la primera guerra mundial muestra que el esfuerzo mertoniano

acuñado en su *ethos* no corresponde a un diagnóstico ético de la actividad científica contemporánea, sino que, por el contrario, se trata de una propuesta deontológica crecientemente devaluada,¹² como lo confirman los trabajos sobre la institucionalización del fraude científico (Larivée, 1993),¹³ la impostura científica e intelectual e incluso el fenómeno de la llamada “guerra de ciencias” (Sokal y Bricmont, 1997, Arellano, 2000b).¹⁴ Vale la pena considerar que la deontología inspira la discusión y el establecimiento de un sinnúmero de códigos y reglamentos que regulan oficialmente la actuación de los científicos en sus prácticas experimentales, principalmente en el área biomédica y biotecnológica.

Los autores del enfoque externalista, por su parte, abordan los intercambios valorables éticamente entre demandas y resultados de investigación, y entre actores no científicos e investigadores. En este enfoque se trata de explicar los compromisos valorativos que influyen los procesos de investigación cuando se establecen de acuerdo con criterios y demandas de los financiadores y no a problemas emanados de las comunidades de investigadores ni a diagnósticos considerados propiamente científicos. La diferencia entre objetivos y fines de los agentes financiadores *versus* de los

¹² De acuerdo con Larivée, “Merton reconocía en 1968 (la ausencia virtual del fraude) y justificaba esta convicción por la naturaleza misma de la ciencia que, entre otras cosas, permitía a los expertos examinar y verificar minuciosamente los resultados” (Larivée, 1993, p. 67).

¹³ “Por ejemplo, Gregor Mendel (siglo XIX) es reconocido como uno de los primeros en usar el método experimental para demostrar la heredabilidad de características dominantes y recesivas. Desafortunadamente, su reporte resultó más acorde con la teoría que con los datos esperados, de acuerdo con una variación normal. Más recientemente, Robert Millikan reportó experimentos que revelan la carga de un electrón. Para hacer esto, él declaró que estaba reportando toda una serie de experimentos, sin embargo, los análisis de sus libretas de laboratorio revelaron que él fracasó al reportar datos no favorables, que supuso eran erróneos”. Pensemos también en las investigaciones de Cyril Burt, considerado como el “padre de la psicología educativa inglesa”, las cuales desataron a partir de la década de 1970, un debate sobre su integridad científica, cuyas críticas se inscribieron bajo cinco ejes principales: 1) sus resultados eran tan sorprendentes que sólo podían haber sido inventados, 2) en sus correlaciones se registra una extraordinaria consistencia, 3) los resultados permanecían iguales a pesar de la utilización de muestras distintas, 4) las escasas explicaciones acerca de sus datos y las fuentes de análisis que usaba y 5) como editor del *British Journal of Statistical Psychology*, Burt alteraba los artículos para que se adecuaran a sus propios supuestos, y en más de una ocasión escribió en nombre de dos colaboradores que probablemente no existieron (Willmott, 1977).

¹⁴ Sobre estos hechos, en 1996, alimentado por una “broma” del físico Alan Sokal, se desató un debate en los medios científicos e intelectuales de Estados Unidos y Francia, sobre supuestas imposturas científicas por parte de algunos intelectuales franceses de gran influencia. Lo que después se conoció como el “*affaire Sokal*” puso una vez más en entredicho la eticidad con que se produce la investigación científico-tecnológica (Arellano, 2000b).

investigadores plantea en múltiples ocasiones un conflicto moral. Para muchos autores y, sobre todo para numerosos investigadores, la investigación financiada por fuentes gubernamentales de origen militar o empresarial se descentra de sus supuestos objetivos racionales y se contamina con órdenes e instrucciones contrarios a los principios morales del *ethos* científico y epistemológico. Este fenómeno es empíricamente visible en las referencias valorativas de los contratos sociales que surgieron desde la primera guerra mundial, en los que los Estados proporcionaban a las instituciones de ciencia apoyo económico y autonomía a cambio de resultados tecnológicos militares. Estos contratos instituciones-aparato militar se convirtieron en los canales a través de los cuales circulan los mandatos éticos (Mitcham, 1996) con lo que los problemas morales se han desplazado al contenido de la producción científica.

Recientemente, los problemas éticos corresponden con la aparición en Estados Unidos del financiamiento gubernamental a las entidades empresariales para investigación a través de la Bayh-Dole Patent Reform Act. En estas condiciones, las valoraciones éticas de la ciencia se ponen en relación con los valores empresariales y por lo tanto con las demandas de ganancias y bienes económicos trayendo como consecuencia la pérdida del sentido social tradicional del *ethos* científico de los siglos precedentes e incluso de la axiología impuesta por el aparato militar de las décadas anteriores.

Vista de manera general, la situación de la ética de la ciencia presenta dos aspectos; de un lado, su abordaje se concentra en un pequeño grupo de especialistas ligados a la deontología, la epistemología, la filosofía de la ciencia, la política de investigación y, desde luego a la ética. La discusión moral de la ciencia se mantiene alejada de la reflexión de amplios sectores de investigadores y del gran público y se percibe ajena a los intereses concretos de la sociedad. De otro lado, el principio de libertad de investigación, al que recurren importantes sectores de científicos para evitar la intromisión de grupos sociales en sus estrategias científicas y en la valoración moral de su actividad, contribuye a aislar socialmente el tema de la moralidad de la ciencia y a mantenerlo como dominio de humanistas y filósofos.

La discusión convencional de la ética de la ciencia toma al pie de la letra las adscripciones institucionales que los actores asumen al final de las investigaciones ya sea como científicos o como tecnólogos, no considera la posibilidad de mantener unidas la ciencia y la tecnología contemporáneas, la epistemología y los productos de la investigación e ignora la interpenetración entre ambos pares dicotómicos a lo largo de los procesos de investigación.

B) ÉTICA DE LA TECNOLOGÍA

El tema de la relación ética-tecnología es crítico debido a los compromisos morales asociados a temáticas sensibles a la reproducción de las condiciones de vida de ciertos grupos sociales (Kemp, 1997; Salomon, 1993) y porque las polémicas se extienden directamente a todo el plexo de la cultura.

En general, las discusiones éticas de la tecnología se caracterizan por relacionarse directamente con desarrollos tecnológicos específicos y por no desarrollar tipologías analíticas como en el caso de la ética de la ciencia.¹⁵ El equivalente de las tipologías analíticas de la ética científica corresponde, en este caso, con el diseño de éticas sectoriales, lo que probablemente está asociado a la percepción empírica de los efectos valorables de la puesta en escena de los artefactos tecnológicos. Por esta misma razón, las posturas éticas de la tecnología se desarrollan en torno a conceptos de responsabilidad respecto a sus consecuencias a largo plazo, el riesgo y los impactos ambientales y humanos (Mitcham, 1996).

En este apartado abordaremos las posiciones de algunos autores en torno a tres aspectos de esta criticidad ética de la tecnología: la autonomización de la tecnología y sus efectos en la hominización, las perspectivas fatalista y antifatalista del desarrollo tecnológico respecto a su futuro moral y, por último, a las pretensiones de fundar e imponer principios deontológicos de responsabilidad a la tecnología contemporánea.

Refiriéndonos al primer aspecto, algunas de las críticas morales más importantes hacia la tecnología se basan en la consideración de su autonomización y de su capacidad de redireccionar una supuesta senda original de hominización. Para Martin Heidegger, por ejemplo, desde la época clásica griega, la sociedad había extraviado el sentido del *deber ser* al verse arrojada al mundo artificial de la potencia de la tecnología. Algo similar indicaba André Leroi-Gourhan (1964) cuando distribuía las nociones de técnica según dos tipos de sociedad: la del paleolítico superior, donde la técnica correspondía exactamente a la organicidad humana; y la de sociedades de los estadios posteriores, en las que la técnica experimentaba un proceso de auto-

¹⁵ Para Mitcham, la tecnología en sí misma parece favorecer ciertos tipos de sistemas éticos, lo que significa el socavamiento de la tradición ética de la “ley natural” mediante la conquista tecnológica de la naturaleza y la idea que una sociedad dominada por la racionalidad técnica o instrumental deba ser marcadamente utilitaria en sus preceptos (Mitcham, 1989). Implementando estas ideas, Mitcham simplemente avanza una clasificación sectorial de las relaciones tecnología-ética, señalando que los ámbitos de la ética corresponden con las éticas de las industrias salidas de la moderna investigación (nuclear, medioambiental, biomedicina, ingeniería e informática) (Mitcham, 1989).

nomización creciente que exigía del hombre una colaboración subordinada al simple papel de instrumento. Max Weber, por su parte, consideraba que la ética protestante no puede afirmarse en el capitalismo desarrollado, porque los fundamentos religiosos de la ética de la intención no son capaces de hacer frente a los desafíos de una cultura cientifizada (Weber, 1987, en Habermas, 1987), entendiendo que la técnica porta un *ethos* elevado a la categoría de cultura. Mientras que Jürgen Habermas reconoce que la acción comunicativa es la forma de integración social en el mundo de la vida, pero, paradójicamente, vuelve irreductible a una razón independiente de la acción comunicativa el progreso de la ciencia y la tecnología; de esta forma acepta el evolucionismo de ambas dejando fuera cualquier intento humano para conducir el desarrollo de la tecnociencia (Habermas, 1998).

Según los cuatro autores, la tecnificación generaría problemas de índole moral; para Heidegger la sociedad se sometería a la manipulación tecnocrática, de acuerdo con Leroi-Gourhan el ritmo de la evolución divergente entre el hombre y la técnica marcaría las contradicciones del devenir de la humanidad, para Weber la ética de la intención se aniquila frente a la cultura científica¹⁶ y, finalmente, para Habermas el desarrollo de la ciencia y la tecnología es ineluctable, negando de este modo la posibilidad de sustentar el proceso de investigación desde el ámbito del mundo de la vida y, por tanto, expropiada de la acción mediada lingüísticamente y de las controversias y negociaciones sociales.

Reivindicando la posibilidad de manipular la autonomía de la tecnología, Ramón Queraltó ha diseñado un mecanismo por el cual se trataría de introducir el vector ético a la tecnología. Partiendo de un diagnóstico sobre el desarrollo tecnológico, propone un criterio ético surgido de tres supuestos tecnológicos.¹⁷ Según Queraltó, es imposible poner limitaciones al desarrollo tecnológico mediante la aplicación de normas o razones éticas. Esta imposibilidad se acrecienta debido a la generalización del relativismo moral y sus instancias éticas poseen desde hace tiempo una fuerza muy débil a nivel colectivo debido al disenso moral de los sujetos (Queraltó, 2003, p. 163). Frente a ese diagnóstico, propone operar sobre el sistema tecnológico con las reglas tecnológicas de la eficacia operativa y de la “disponibilidad del mundo”

¹⁶ Es necesario mencionar que cuando Weber habla de la ética de la intención se refiere a la ética protestante.

¹⁷ Queraltó parte de tres supuestos de la tecnología: 1) que la tecnología es un atributo ontológico del hombre frente a sus problemas existenciales, 2) que la racionalidad tecnológica es la herencia natural del fin de la Modernidad y 3) que los rasgos especiales de los sistemas tecnológicos son su autoexpansión y su específica autonomía.

(Queraltó, 2003, p. 171);¹⁸ dicho de otra manera, se trataría de hacer un caballo de Troya al revés, mismo que portaría una moral sustentada en la eficacia técnica.

Con este autor tenemos un ejemplo de cómo intentando resolver el problema de la moral tecnológica se introduce una aporía, en la que negando la introducción de normas externas al sistema tecnológico como solución al buen desarrollo tecnológico pretende preñar desde el interior del sistema la noción de eficacia. Queraltó olvida que la noción de eficacia es un valor humano incorporado en la tecnología; en realidad, su propuesta es que sea aceptada la noción de eficacia como valor moral universal, es decir el caballo de Troya de este autor es el caballo de la tecnocracia.

La visión autonomista de la tecnología respecto al hombre o la cultura es una posición recurrente en los estudios sobre la innovación y es ampliamente conocida como *determinismo tecnológico*. Particularmente, los economistas, desde Schumpeter (1911) hasta los estudiosos de la economía global, sostienen que la base tecnológica es el motor de las empresas y éstas de los sistemas nacionales de innovación, convirtiéndose éstos, a su vez, en los verdaderos constructores y soportes de la economía global (Nelson, 1993; Cimoli y Dosi, 1994). El determinismo tecnológico tiene una vertiente optimista, los autores que lo sostienen están persuadidos de la democratización tecnológica y de sus beneficios; con ello, los argumentos deterministas se emplean con la pretensión de sustento moral de la economía y la sociedad. Los autores críticos del determinismo tecnológico denuncian la conocida “brecha tecnológica” como la difusión “relativamente lenta e irregular” del progreso tecnológico desde los países de origen hacia el resto del mundo (Prebisch, 1951), reclaman la visibilidad de la brecha tecnológica mediante indicadores como el índice de desarrollo humano y el índice de adelanto tecnológico (IAT) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y señalan la inequidad y las funestas consecuencias económicas cuando afecta negativamente a los actores no tecnologizados, y por lo tanto sustentan la inmoralidad del sistema económico sustentado en la tecnociencia.

En cuanto a las perspectivas fatalista y antifatalista de la relación ética-tecnología, sobresalen la de Jacques Ellul y la de Jean-Jacques Salomon, respectivamente.

¹⁸ Entonces, si el hombre –dice Queraltó– “no es capaz de penetrar el sistema tecnológico con el fin de utilizar las instancias éticas como miembros del propio sistema, estaremos en posición de derrota” (Queraltó, 2003, p. 171).

El tema de Ellul fue el de la eficacia tecnológica de la sociedad del siglo XX, “eficacia que se convierte en un fenómeno total capaz de definir un nuevo orden social” (Ellul, 1954, p. 17) en el que el medio se ha transformado en el fin y la necesidad se ha erigido en virtud. A su juicio, estas mutaciones se han convertido en cultura tecnocrática y no toleran ninguna exterioridad.¹⁹ El determinismo interno de las técnicas viene del hecho de que éstas no operan aditivamente, sino que forman sistemas, los cuales poseen leyes internas de evolución de manera que se autonomizan e imponen sobre la sociedad.

Si para Marx, las leyes de la estructura económica eran la causa de la superestructura, para Ellul, las leyes técnicas ordenan y orientan la economía, condicionando la vida humana y conduciendo ciertos desarrollos científicos (Ellul, 1977). Para él, la técnica genera en torno a ella el ambiente más favorable para su desarrollo; el sistema técnico engloba a la sociedad y la determina, los individuos no tienen ningún poder. Dicho de otro modo, la técnica constituiría la infraestructura de la estructura económica y de la superestructura.

Frente a la libertad humana, la tecnología sería un imperativo sin restricción. Esto se traduce en la posibilidad de reflexionar sobre la axiología en general como una axiología de la tecnología (Ellul, 1977). En Ellul, encontramos un esfuerzo antiteórico para sustentar una ética de la ciencia mediante la separación de la ciencia respecto de la tecnología, vaciando a la primera de todo contenido y reflexión éticos. De acuerdo con esta idea, el hombre contemporáneo ha perdido la capacidad crítica para examinar en detalle los desarrollos científicos y acepta acríticamente la convivialidad y discreción de su acción técnica concreta.

Asumiendo que la misma sociedad se encuentra colonizada por el sistema tecnológico, Ellul considera consecuentemente que la ciencia del siglo XX (y podría pensarse que esto es extensivo para el siglo XXI) está al servicio deontológico de la tecnología. En su ayuda, Sérís ha explicado esta colonización de la siguiente manera:

¹⁹ Para Ellul, es inútil pensar que una distinción se puede hacer entre la técnica y su uso, “las técnicas –dice– tienen consecuencias sociales y psicológicas específicas independientes de nuestros deseos. No puede haber sitio para las consideraciones morales en su uso. La conversión moral de los técnicos no crea ninguna diferencia en el uso de los objetos y, en el mejor de los casos, dejarían de ser buenos técnicos. En el extremo, la técnica tiene solamente un principio, el ‘ordenar eficiente’” (Ellul, 1954, p. 18). Más adelante distingue la operación del fenómeno. La operación técnica recubre todo trabajo hecho con un cierto método para obtener un resultado. “El fenómeno técnico es la preocupación de la inmensa mayoría de hombres de nuestro tiempo de buscar en todas las cosas el método más eficaz” (Ellul, 1954, p. 19).

[...] bajo nuestros ojos, la biología se transformó en biotecnología como en su turno la física se transformó en fenomenotécnica. La ciencia contemporánea no se contenta con describir su objeto, ahora lo transforma o al menos ella proporciona los instrumentos eficaces para realizarlo. La instrumentalización real o potencial de la naturaleza conducida por la Ciencia, la impregna de manera irrefutable de tomas de postura en la dimensión ética (Séris, 1994, p. 369).

Contra el fatalismo elluliano, Jean-Jacques Salomon considera que la reflexión sobre la tecnología en el siglo XX se caracteriza por denunciar la brecha que separa el poder de la sabiduría.

[...] unos [dice este autor] prevén el regreso a un mundo cercano al de la naturaleza o la aparición de un hombre nuevo, los otros una economía que reconcilia la moderación con el crecimiento o una revolución que impone a escala mundial una distribución más igualitaria de los bienes de consumo (Salomon, 1993, p. 299).

La tecnología rinde servicios inauditos al hombre pero nunca será un sustituto del “corazón” y del buen sentido, ella no servirá nunca de prótesis al alma. Enfáticamente dice: “la tecnología es humana, en sus éxitos como en sus fracasos y no su destino” (Salomon, 1992, p. 300).

Refiriéndose al límite del conocimiento, Salomon considera que no hay una frontera para la intención de saber y resulta incosteable mantener amnistías; en su opinión, no es del lado científico donde hay que incorporar las regulaciones sino del lado social donde se pueden ejercer ciertas reglas. Si las sociedades industrializadas no pueden escapar a su avidez de poder más que de sabiduría, los actores sociales debieran controlar las instituciones y las condiciones en las cuales éstas ejercen este poder. En el planteamiento de Salomon, no existen los destinos tecnológicos sino los humanos.²⁰

El planteamiento de Salomon es interesante pues subsume al hombre a la naturaleza; para él, “el hombre, aun el industrializado, conserva una parte de la naturaleza, y su dominación técnica no es exterior a los procesos naturales” (1993, p. 305). Insiste, “la guerra nuclear sería aún natural en el sentido que ella no escaparía a las leyes de la naturaleza, pero ella privaría al hombre

²⁰ Retomando a Lynn White, Salomon indica que la especie humana siempre ha modelado el medio natural, pero que es a partir de la mitad del siglo XIX, con la alianza entre ciencia e industria, que el poder tecnológico ha provocado la llamada crisis ecológica y que nadie puede asegurar que la naturaleza sea el modelo de equilibrio más real que el producido por la intervención del hombre (Salomon, 1993).

de todo futuro, en ese sentido sería una catástrofe irremediable” (Salomon, 1993, p. 306). Así las cosas, si con el fatalismo tecnológico la acción humana se minimiza frente a la autonomización de la tecnología, en el caso de Salomon, el hombre y la tecnología se subsumen a las leyes naturales, por lo que en este determinismo tecnológico se ven disminuidos los humanos frente a un fatalismo naturalizado. Así, la relación entre la tecnología y la naturaleza es inconmensurable, no existe guerra entre la naturaleza y la técnica, sólo existe la guerra entre hombres.

Ahora bien, en cuanto al tercer aspecto de la relación ética-tecnología, sobre los intentos por establecer principios deontológicos a la producción de artefactos. Desde una perspectiva de responsabilidad apriorística, Iván Illich (1994) ha considerado imprescindible el establecimiento de “criterios negativos” apriorísticos para el diseño de artefactos tecnológicos para mejorar la convivencialidad humana²¹ que funcionarían como límites morales de la conducta humana en el diseño y desarrollo de tecnologías (Mitcham, 1996).²²

Para Hans Jonas (1990), por su parte, la técnica ha devenido un ejercicio irresistible de poder interfiriendo sobre la naturaleza a gran escala (biosfera) y sobre el hombre mismo (identidad de la especie);²³ de acuerdo con este poder, el hombre es responsable del futuro del hombre y de la naturaleza.

²¹ No sabemos si Illich reconocía real o retóricamente el punto de vista tecnológico de Mitcham cuando en 1996 decía a un grupo de católicos lo siguiente: en la conversación llamada *Philosophy, Artifacts and Friendship* “yo sigo a mi profesor, Carl Mitcham, en el programa. Él ha sido mi guía principal en el campo de la tecnosofía [...]. Desde que escribí *Tools for Conviviality*, sus periódicos y obstinados análisis bibliográficos han trazado mi camino a la filosofía de las herramientas. Lo que tengo que decir hoy creció de nuestra amistad durante los pasados siete años, tiempo en el que tuve el privilegio de pensar y hablar con él en Penn State University” (Illich, 1996).

²² Uno de esos criterios es el siguiente: propongo que utilicemos un análisis dimensional para obtener información sobre las principales variables que pueden perturbar el balance de la vida, y que nosotros dependemos del proceso político para identificar las dimensiones significativas que el hombre puede controlar. Por lo tanto, propongo un acercamiento a la relación entre los fines del hombre y sus intenciones en los cuales las unidades clave de economía vienen a significar un set de menor dimensión de factores. La economía utilizable para la inversión de nuestra estructura institucional presente comienza de criterios limitados políticamente definidos. Es sobre estos criterios negativos de diseño de dispositivos tecnológicos que quiero enfocar la atención (Illich, 1996).

²³ Mitcham ha rescatado este principio de la siguiente manera: “Actúa de tal modo que los efectos de tu acción sean compatibles con el mantenimiento de la vida humana genuina [... ya que] el alcance extendido de nuestros hechos (tecnológicos) coloca la responsabilidad con nada menos que el destino del hombre como su objeto, en el centro del escenario ético” (Mitcham, 1996).

Los efectos constitutivos de la técnica moderna²⁴ trastocan las condiciones de la vida humana y confrontan sin precedentes a la ética contemporánea. Frente a esta consideración, Jonas propone la idea de una moral de la conservación de la naturaleza y de la humanidad portando una concepción de la naturaleza en la que el hombre es la cúspide de la evolución natural (Hottois, 1993).

En *Principio de responsabilidad*,²⁵ Jonas propone una ética para la civilización de la era tecnológica sustentada en la actuación técnica responsable consistente en la vigilancia precautoria de los desarrollos tecnocientíficos. Él propone dos responsabilidades para la humanidad, una sustentada no tanto sobre el saber-hacer actual de la tecnología, sino sobre el poder-hacer, y otra orientada a salvaguardar el futuro humano. Con base en esta ética de protección responsable, Jonas desarrolla cuatro proposiciones que conforman lo que llama el “imperativo de responsabilidad” en la ciencia, emulando el imperativo categórico kantiano: 1) actúa de manera tal que los efectos de tu acción sean compatibles con la permanencia de una vida humana genuina; 2) actúa de manera tal que los efectos de tu acción no destruyan las posibilidades futuras de esa vida; 3) no comprometas las condiciones necesarias para que se dé una continuidad indefinida de la humanidad sobre la Tierra; 4) en tus opciones presentes incluye la futura plenitud del hombre entre los objetos de tu voluntad. Como se aprecia, este imperativo de responsabilidad está enfocado en los efectos derivados de la aplicación de tecnologías, sin tomar en consideración la construcción de un sustento ético de manera simultánea a la construcción de conocimientos y artefactos.

Con el principio de responsabilidad como fundamento de una ética de la civilización tecnológica, Jonas aplica una deontología a la pregunta sobre la técnica heideggeriana cambiando la noción de “responsabilidad causal de los actos cometidos” de la ética convencional, sustituyéndola por la de “responsabilidad sobre lo que se va a realizar” (Jonas, 1990).²⁶

²⁴ En su obra, este autor describe cuatro efectos constitutivos de la técnica moderna: ambivalencia, inercia dinámica que suscita una necesidad social durable con efectos acumulativos e irreversibles, extensión sin precedente del poder y acciones humanas y capacidad de comprometer la sobrevivencia de la especie (Jonas, 1990).

²⁵ El “principio de responsabilidad” de Jonas prevé una futurología construida mediante la cooperación de numerosos expertos en los campos más diversos y en la que las tareas preliminares de esta ética serían: maximizar el conocimiento de las consecuencias de nuestro obrar en la medida en que dichas consecuencias puedan determinar y poner en peligro el futuro destino del hombre y elaborar a la luz de las novedades sin precedentes, un conocimiento nuevo de lo que hay que admitir y de lo que hay que evitar (Jonas, 1990).

²⁶ Al respecto, Roy Ramírez distingue entre tres clases de responsabilidad de los científicos, la primera de ellas se conoce como “responsabilidad retrospectiva” y se refiere a la capacidad de responder por lo hecho y lo no hecho, por sus acciones y omisiones, y la posibilidad de ser cri-

Para Jonas (en Buchanan, 1999) y otros autores (Apel, 1994;²⁷ Steve Fuller, 1995), el problema de la relación entre tecnología y ética reside en la carencia de recursos éticos para dar respuesta a nuevas situaciones generadas por la técnica moderna (la “macrotécnica” o complejo tecnocientífico). Según Jonas, la tecnología moderna ha introducido acciones, objetos y consecuencias que el marco de las éticas anteriores, y sobre todo una moral de lo común (Apel, 1990), ya no puede contener, por lo que la sola universalización de los imperativos éticos es incapaz de responder a las situaciones con las que nos enfrentamos actualmente.

Frente a la debacle de las morales convencionales, Jonas sugiere la posibilidad de emplear de guía normativa una “heurística del temor”²⁸ surgida de las previsiones de los peligros. A su juicio, lo que está comprometido en el desarrollo de la “macrotécnica” es la suerte del hombre, así como el concepto que de él tenemos y la misma esencia humana; por lo que propone no sólo una ética de la prudencia sino también una ética del respeto. En su opinión, la ética tiene que prolongarse hacia la metafísica para fundamentar el imperativo incondicional de garantizar la existencia futura del hombre.

El punto de convergencia entre Illich y Jonas es su perspectiva humanista,²⁹ ambos coinciden en enunciar que el sujeto social es responsable de las

ticado por ello. Cuando la capacidad de respuesta mira hacia delante, a lo por hacer, cuando se refiere a una serie de expectativas que buscan satisfacción, entonces él habla de la responsabilidad como disponibilidad a la acción transformadora; es decir, de la “responsabilidad prospectiva”. Finalmente, cuando el ámbito de acción se amplía, cuando se da una apertura a procurar el bienestar de un número indefinido de seres vivientes, nos encontramos ante el concepto de “responsabilidad ampliada” (Ramírez y Alfaro, 1999), la cual involucra la conciencia de los límites y de los riesgos del conocimiento científico-tecnológico, su relación con los valores, su compromiso valorativo y responsable respecto de la humanidad y su ubicación e importancia en el quehacer humano (Ladrière, 1999).

²⁷ Para Apel (1994), de la fundamentación concreta de las normas de acción ética en ciencia y tecnología es necesario derivar la consideración del saber de los expertos acerca de las consecuencias y efectos secundarios que comúnmente están ligados al seguimiento de las normas a fundamentar.

²⁸ Partiendo de un análisis de la heurística del temor, James Buchanan (1999) considera que la era contemporánea está caracterizada por lo desconocido, de manera que múltiples resultados de la experimentación y la aplicación de las investigaciones no son necesariamente seguros; con base en ello, desarrolla un “imperativo de lo desconocido” expresado en dos formulaciones: 1) actúa de manera tal que los efectos de tus acciones reflejen tu conocimiento de lo desconocido como una dimensión clave de tu acción; 2) actúa de manera tal que los efectos de tus acciones reflejen el hecho de que no puedes predecir los efectos (Buchanan, 1999).

²⁹ Para Jonas la responsabilidad debe ser un equilibrio simbiótico y humanista caracterizado por la obligación del poder de proteger y salvar al débil, de la misma forma que el adulto poderoso y fuerte tiene el deber de proteger al recién nacido.

cosas que reivindican su acción (Jonas, 1990), en este sentido, no son fatalistas ni antifatalistas de la tecnología porque conservan la esperanza de que el desarrollo tecnológico no se autonomiza y que los criterios y principios humanos pueden regular la actividad tecnocientífica.

En nuestra opinión, las deontologías de ambos autores deberían ser matizadas por una perspectiva en la que no sólo los criterios de inicio (como en el caso de Illich) o los resultados de la actividad tecnocientífica sean sometidos a juicios de precaución (como en el caso de Jonas), sino que tales consideraciones éticas deberían formar parte del proceso mismo de investigación, teniendo en cuenta que en interacción con los objetos, los actos humanos adquieren propiedades inéditas que implican intercambios entre las cualidades de eventos morales y acciones eficaces y entre responsabilidades y controles.

Podemos indicar que las éticas derivadas de la autonomización de la tecnología y sus efectos en la hominización conducen a una reflexión restringida de la moral, pues, por un lado, no consideran las problemáticas surgidas de la investigación llamada básica y, por otro, sobreestiman la racionalidad instrumental elevándola al rango de metahumana, al tiempo que subestiman la contribución humana en la creación del fenómeno tecnocientífico. Derivadas de estas consideraciones, las posturas fatalista y antifatalista del desarrollo tecnológico se nulifican en sus críticas pues hipostasían la autonomía de la tecnología o bien la despojan de toda influencia en el control tecnocientífico. Las pretensiones de fundar e imponer principios deontológicos de responsabilidad a la tecnología contemporánea expresadas en una ética del futuro protegido o una del establecimiento de criterios negativos de diseño se expresan como máximas generales que no aclaran las situaciones inéditas surgidas en los propios procesos de investigación. Finalmente, consideramos que se requiere una axiología suficientemente incluyente que permita sufragar las inestabilidades que surgen de la investigación contemporánea, que considere el replanteamiento constante de la constelación de relaciones hombre-hombre-artefacto en permanente mutación y que sea simétrica respecto a la influencia moral de los humanos y de los contenidos técnicos de los artefactos en el fenómeno tecnocientífico.

C) TRATANDO DE SUPERAR LA DISYUNTIVA ENTRE CIENCIA NEUTRA VERSUS TECNOLOGÍA VALORATIVA

En los apartados anteriores hemos mostrado las éticas de la ciencia y la tecnología por separado, es muy probable que ambas sigan activas en tanto que la perspectiva generalizada alimenta la visión escindida de la tecnociencia. Desde la perspectiva tecnocientífica que hemos adoptado, en este apartado

reconfiguraremos las asociaciones conceptuales que nos permitan abordar de manera integrada una ética de la tecnociencia.

La más notoria posición que separa la neutralidad moral científica de la parcialidad valorativa tecnológica proviene de Mario Bunge (1976), quien considera que la ciencia como conocimiento es valorativamente neutral con respecto a su acción y, por tanto, no puede ser juzgada moralmente, en cambio sólo la ciencia aplicada traducida en tecnología puede tener implicaciones éticas (Mitcham, 1996). Muchos científicos comparten esta posición, frecuentemente empleada para argumentar el uso indebido que han dado a la ciencia ciertos regímenes; en el caso de la energía atómica, por ejemplo, Robert Oppenheimer, en 1967, expresaba: “nuestro trabajo cambió las condiciones de vida humanas, pero la utilización hecha de estos cambios es asunto de los gobiernos, no de los sabios” (Oppenheimer, 1967, en Lévy y Jaubert, 1980).

Los argumentos internalistas de Merton (abordados en el apartado anterior) y separatistas de Bunge se complementan empleando como común denominador la idea de racionalidad; el primero proporcionando una deontología de la ciencia, el segundo separando ésta de la tecnología, dando como resultado una deontología científica blindada. El argumento internalista ha sido construido bajo dos premisas, una donde la ciencia contiene intrínsecamente una deontología, y otra donde aquella es una causa neutra de los efectos que produce, quedando éstos reservados a las consecuencias provocadas por el entorno.

El círculo del internalismo ético de la ciencia comienza por aislar a ésta de la tecnología otorgándole a la segunda el problema de una ética (Merton) y, finaliza, radicalizando la separación entre ambas (Bunge), eximiendo a la primera de toda responsabilidad valorativa. Cabe hacer notar que de manera selectiva, generalmente, se exime a la ciencia de juicios axiológicos negativos, pues se realizan valoraciones positivas cuando se atribuye a ésta el estatuto de la mejor causa del progreso y el bienestar.

En realidad, las visiones internalista y externalista mantienen una relación íntima si consideramos que, desde la posguerra, las condiciones para asumir una ciencia neutra valorativamente y alejada de la sociedad y una tecnología situada en el corazón del sistema económico, social y ético pero escindida de la ciencia, son cada vez más difíciles de sostener consistentemente; situación curiosa para los partidarios de interna o externalismos pues tendríamos que aceptar que la eticidad de la tecnología se disuelve cuando se emplea científicamente.

Para Karl-Otto Apel la situación fundacional de la ética en la época de la ciencia es una parte de la racionalización y del desencantamiento del mundo

propuesto por Weber. A juicio de Apel, la relación entre la ética y la ciencia se puede dividir en dos etapas: la primera, que abarcaría del siglo XIX a la primera mitad del siglo XX, viene sustentada en el paradigma de la racionalidad de la ciencia axiológicamente neutra; en esta etapa, la ciencia porta una paradoja, por un lado, ha generado las razones del nacimiento de una ética de la responsabilidad, por otro, ha determinado la precomprensión de la racionalidad y la ha impregnado de neutralidad axiológica (Apel, 1994).³⁰ La segunda etapa, a mediados del siglo XX, rehabilita la razón práctica y hace aparecer un *boom* de intentos remarcables por establecer una moral, de los cuales la *teoría de la justicia* de Rawls y el *Principio de responsabilidad* de Jonas son los más importantes (Apel, 1994).

De acuerdo con el planteamiento de Apel, la constelación de elementos relacionados con la posibilidad de fundar una ética contemporánea consistiría en tratar de constituir una ética universalmente válida y racional, lo cual se presenta aparentemente imposible en tiempos actuales caracterizados por la preeminencia de la racionalidad instrumental. Para Apel, la distinción entre ciencia y tecnología toma forma como la distinción clásica weberiana entre racionalidad formal y racionalidad instrumental, de manera que interpretando sus planteamientos se podría indicar que los cambios en los intentos fundacionales de la ética del siglo XX consistieron en pasar de una ciencia positiva y axiológicamente neutra en la que la ética pasaba por dimensiones extracientíficas, a un periodo tecnológico rehabilitado en el que se ha intentado establecer una ética de la justicia y de las consecuencias del desarrollo tecnológico. Este paso de la ciencia a la tecnología se puede apreciar en Apel bajo el concepto de “rehabilitación de la racionalidad práctica”. Interpretando a Apel, la ciencia se rehabilita en tecnología y es por esta razón que se torna éticamente problemática. Así, el planteamiento apeliiano es una elegante presentación de la convencional postura de una ciencia éticamente neutra y una tecnología evaluable valorativamente.

Refiriéndose a la relación de la ciencia y la tecnología con la ética, León Olivé distingue “la tesis de la neutralidad valorativa de la ciencia y la tecnología y la tesis de los sistemas técnicos intencionales” (Olivé, 2000, pp. 85-86). La primera de ellas sostiene que el carácter valorativo de la ciencia y la tecnología están en dependencia directa con el uso de sus productos (traducidos en conocimientos, técnicas e instrumentos). De acuerdo con esta pro-

³⁰ De acuerdo con Apel, en esta época, “la filosofía científico-positivista se complementó con algunas variedades de existencialismo que tematizaban el problema de las decisiones axiológicas últimas, irracionales y privadas” (Apel, 1994, p. 25).

posición, los conocimientos científicos y los artefactos tecnológicos constituyen los *medios* por los cuales se pueden obtener *finés* determinados, siendo sólo éstos susceptibles de evaluación moral, es en el momento de la elección de los fines cuando los valores se insertan en la ciencia y la tecnología. Al no ser ni los científicos ni los tecnólogos quienes eligen los fines, ambos grupos quedan exentos de toda responsabilidad ética,³¹ recayendo ésta en otros actores (Olivé menciona a políticos y militares, 2000, p. 86).³²

Para Olivé, la tesis de la neutralidad valorativa de la ciencia y la tecnología pasa por alto que éstas funcionan mediante la aplicación de sistemas técnicos concretos organizados de acuerdo con fines valorables y medios pertinentes para alcanzarlos, y que los problemas morales planteados por la ciencia y la tecnología no se reducen al uso de sus productos (conocimientos y artefactos generados por éstas) ni a las consecuencias de su aplicación. En todo caso, la moralidad surge en torno a la intencionalidad y los fines de los agentes, así como a los resultados que se producen (Olivé, 2000, p. 89). Dicho de otra manera, las valoraciones aparecen a partir de la puesta en escena de los sistemas técnicos.

La segunda tesis, sostenida por el propio Olivé, mantiene una visión organísmico-sistémica de la ciencia y la tecnología y reconoce en ellas la ausencia de neutralidad ética. De acuerdo con esta noción, la ciencia no puede ser entendida únicamente como un conjunto de proposiciones o de teorías, ni la tecnología sólo como un conjunto de artefactos o de técnicas, sino como sistemas que incluyen a las personas y a los fines que persiguen intencionalmente, en función de intereses, deseos, creencias, conocimientos, valores y normas susceptibles de evaluación moral (Olivé, 2000). A su juicio,

³¹ Se argumenta en esta concepción que el fin de las teorías científicas es describir y explicar hechos, pero no hacer juicios de valor sobre éstos; la tecnología, por su parte, sólo ofrece los medios adecuados para obtener fines determinados, pero no ella quien elige dichos fines (Olivé, 2000, p. 86).

³² Textualmente, la argumentación de Olivé es la siguiente: “(la ciencia y la tecnología) no son buenas ni malas por sí mismas. Su carácter positivo o negativo, desde un punto de vista moral, dependerá de cómo se usen los conocimientos, las técnicas y los instrumentos que ellas ofrecen a los seres humanos, los conocimientos científicos y la tecnología sólo son medios. Los problemas éticos en todo caso surgen ante la elección de los fines a perseguir, pues son éstos los que pueden ser buenos o malos desde un punto de vista moral. Pero ni los científicos ni los tecnólogos son responsables de los fines que otros elijan” (Olivé, 2000, p. 86). Así las cosas, las teorías científicas tienen el fin de describir y explicar hechos, pero no es su papel hacer juicios de valor sobre éstos; mientras que el papel de la tecnología sólo es el de ofrecer los medios adecuados para obtener fines determinados, sin que la elección de tales fines sea tarea del tecnólogo (Olivé, 2000, p. 86).

“los sistemas técnicos³³ pueden ser condenables o loables, según los fines que se pretendan lograr mediante su aplicación, los resultados que de hecho se produzcan y el tratamiento que den a las personas como agentes morales” (Olivé, 2000, p. 87).

Olivé dirige el análisis de la moralidad hacia lo que denomina “elección racional de medios³⁴ y fines³⁵” con base en un criterio de compatibilidad-incompatibilidad (2000, pp. 93-95) y hacia las evaluaciones interna y externa de los sistemas técnicos implicados. Los criterios de eficiencia,³⁶ factibilidad, eficacia y fiabilidad conformarían la evaluación interna, los contextos cultural y social posibilitarían la externa (Olivé, 2000). Por las propias características de su trabajo, científicos y tecnólogos se ven inmersos en las fórmulas de elección racional de medios-fines, pudiendo así adquirir responsabilidades morales, “por ello, la ciencia y la tecnología no pueden ser consideradas libres de valores” (Olivé, 2000, p. 117).

En síntesis, Olivé toma como punto de partida la confrontación de la tesis convencional de ciencia y tecnología neutras valorativamente con la tesis de ciencia y tecnología como sistemas técnicos, extrayendo de dicha confrontación la noción de no separación entre ciencia y tecnología, luego circunscribe la valoración ética al inicio y a los resultados de las mismas, posteriormente ubica la ciencia y la tecnología en contextos sistémicos intencionales (sistemas técnicos) y finalmente aplica un sistema de juicio moral a partir del análisis de compatibilidad de las valoraciones y principios morales de los sistemas técnicos con la aceptación social de esos valores.

A nuestro juicio, es adecuado no separar ciencia y técnica como actividades de distinto orden, no ubicar la valorabilidad moral en los usos y resultados tecnocientíficos, asumir la evaluación de la intencionalidad de los agentes

³³ Quizá por motivos de escritura Olivé habla de “sistemas técnicos”, no obstante aplica dicha noción tanto a la ciencia como a la tecnología, considerando éstos como “sistemas tecnocientíficos”, como se aprecia en la siguiente cita: “Los sistemas técnicos además de ser complejos de acciones, comprenden conocimientos científicos [...] en estos sistemas están imbricadas indisolublemente la ciencia y la tecnología; por ello suele llamarseles sistemas tecnocientíficos” (Olivé, 2000, p. 88).

³⁴ Una elección de medios para alcanzar ciertos fines es racional si estos medios son adecuados para alcanzar esos fines (Olivé, 2000, p. 93).

³⁵ Un conjunto dado de fines cognitivos, puede ser criticado por ejemplo porque sus elementos sean incompatibles entre sí o porque es utópico o irrealizable [...] (es necesario) analizar si esos fines resultan o no compatibles con valores y principios que aceptamos como fundamentales desde un punto de vista moral (Olivé, 2000, p. 94).

³⁶ Este criterio revela la importancia que asigna Olivé a la adecuación entre medios y fines y entre objetivos y resultados. Así, la eficiencia se compromete con la idea de racionalidad de medios a fines (Olivé, 2000, p. 98).

involucrados en los sistemas técnicos y la aplicación de esquemas de elección racional de medios y fines.

Reconfigurando las asociaciones conceptuales para abordar una ética de la tecnociencia, encontramos que el círculo del internalismo ético aísla a la ciencia de la tecnología otorgándole a la segunda el problema de una ética (Merton) y finaliza radicalizando la separación entre ambas (Bunge), eximiendo a la ciencia de toda responsabilidad valorativa. El etapismo de Karl-Otto Apel que pasa por la racionalidad de la ciencia axiológicamente neutra, es seguido de la rehabilitación de la razón práctica que finalmente mira una ciencia éticamente neutra y una tecnología evaluable valorativamente. Olivé asigna a la tecnología la capacidad de engendrar sistemas técnicos, que ubicados en contextos sistémicos intencionales y un sistema de juicio moral se entablan análisis de compatibilidad de las valoraciones y principios morales de los sistemas técnicos con la aceptación social de esos valores.

Sin embargo, las reflexiones éticas de los autores precedentes no toman en consideración que en los propios procesos incesantes de construcción de conocimientos y artefactos se ubica la inacabada construcción moral de la investigación científico-tecnológica y que en estos procesos de investigación, los esquemas de elección medios-fines se ven sometidos a enormes desafíos de definición y recreación.

D) HACIA UNA ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN TECNOCIENTÍFICA

Las críticas fundamentales que hemos hecho a los enfoques abordados en los apartados anteriores sobre la eticidad de la ciencia y la tecnología consisten en que: a) que comparten las ideas de que la relación ética-ciencia-tecnología está dada *a priori*, b) que la ciencia y la ética se cruzan en el punto de la tecnología y, c) que se concentran en los productos de la investigación en términos de rendimientos científicos y tecnológicos ignorando la práctica de la investigación en sí misma, es decir, los procesos de elaboración de conocimientos y artefactos como objeto de estudio de la construcción de los problemas éticos contemporáneos. Ya hemos expuesto las dos primeras críticas, por lo cual en este apartado nos proponemos abordar la cuestión de una ética de la investigación tecnocientífica.

Durante mucho tiempo, los análisis de las relaciones entre eticidad y desarrollo científico-tecnológico se han expresado mediante una paradoja en la que se enmarca una serie de rupturas. De un lado, se ha separado la acción cognitiva de la acción instrumental, de modo que la primera puede carecer de una verdadera dependencia contextual socioeconómica e histórica, al tiempo que es despojada de toda valoración ética, reconociendo en ella la

neutralidad y bondad del conocimiento humano y situando a la segunda valorativamente, de conformidad con la selección de los medios y los fines de su explotación. De otro lado, se intenta cerrar tal separación asignando la selección ética del conocimiento a la reconstrucción de un contexto socioeconómico de carácter pacifista sin problematizar la producción del conocimiento, separando de esta manera los procesos de investigación de los productos tecnológicos.

Los autores que han dividido la ciencia y la tecnología no reconocen las transmutaciones complejas que permiten que la tecnología se transforme en ciencia (Latour, 1989). Mientras que las discusiones convencionales sobre la eticidad de la ciencia y la tecnología no consideran que la acelerada fusión de ambas en lo que se conoce como tecnociencia propicie la reflexión en torno a tales actividades de manera conjunta. Desde la década de 1970, Habermas puso en duda la esencia de la diferenciación de entre ciencia y tecnología, considerando que si en las épocas clásicas parecía que éstas eran dos actividades distintas, en el siglo XX los desarrollos científico y tecnológico se han integrado en un solo haz (Habermas, 1973).

Hasta hace unas décadas parecía que ciencia y tecnología tenían una lógica interna inabordable socialmente y caracterizada por un desarrollo evolutivo ineluctable; lo que provocó que el estudio de la tecnociencia no se haya desarrollado sino hasta hace relativamente poco tiempo. Numerosos trabajos realizados desde la década de 1970 en el campo de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología han demostrado que la diferenciación entre ambas es el resultado de la aplicación de una epistemología fragmentaria y no de la existencia real de fronteras definitivas en el propio campo de la actividad tecnocientífica contemporánea.³⁷ La tecnociencia se manifiesta entonces como un *continuum* reversible que toca los procesos de construcción de conocimientos y artefactos, así como sus aplicaciones sociales, simbólicas y materiales.

Con el reconocimiento de la inseparabilidad de la ciencia y la tecnología y su reestructuración en la llamada tecnociencia, se hace necesario abordar su relación con la ética desde esta nueva perspectiva de análisis. En efecto, en la

³⁷ “Bruno Latour es responsable de la adopción común del término tecnociencia en los estudios de la ciencia. Latour argumenta que el ‘interior’ del poderoso y cambiante sitio llamado el laboratorio constituye en sí mismo una extensión al ‘exterior’ a través de la movilización y reconfiguración de recursos de todo tipo (esto es a lo que Smith Keller se refiere como ‘razonar sobre materiales disponibles o posibles y utilizando el razonamiento para diseñar y hacer objetos prácticos, incluyendo herramientas para hacer nuevos materiales, objetos y herramientas’) Latour movilizó la ‘tecnociencia’ para atacar la distinción entre lo se considera como ‘ciencia’ y como ‘sociedad’” (Haraway, 1997, pp. 279-280).

investigación llamada “de frontera”, el *ethos* mertoniano es notablemente difícil de mostrar, más aun, se aprecia la profundización de la crisis de la ética modernista en la institución científica contemporánea. Desde la perspectiva mertoniana, esta crisis moral justificaría la necesidad de introducir una deontología universalista, es decir, la tecnociencia contemporánea requeriría un Merton de la investigación más que de la ciencia.

Respecto a las consideraciones de Bunge, resulta cada vez más difícil encontrar la prístina ciencia neutral, lo que significaría que la búsqueda de consideraciones axiológicas tendrían que extenderse y comenzar su estudio mucho antes de percibir los problemas que engendran las tecnologías puestas en los escenarios de su uso y consumo, o bien, dejar las consideraciones éticas para ciertas ciencias especulativas que no tienen vinculación alguna con el mundo tecnológico, una ética de la filosofía de la ciencia, por ejemplo.

Abordando el tema de la ética de la tecnociencia, Javier Echeverría ha propuesto un modelo formal de sustento sistémico para el análisis axiológico de la tecnociencia³⁸ inscrito en la tradición de la concepción semántica de la filosofía de la ciencia (Echeverría, 2001). De acuerdo con Echeverría, la aplicación del pluralismo axiológico es útil para representar evaluaciones simples en condiciones abstractas. En realidad, la investigación tecnocientífica no puede reducirse a condiciones simples ni abstractas, si nos atenemos a la complejidad, a la confrontación de situaciones inéditas y a la concreción de situaciones el esquema de evaluación propuesto debería evolucionar hasta niveles insospechados.

Cabe señalar que el esquema de evaluación al modo de Echeverría se aproxima de la evaluación de riesgo de tecnologías que se inició en la década de 1970 con el establecimiento de las oficinas de valoración tecnológica.³⁹ El

³⁸ Para ello, ha considerado que las acciones tecnocientíficas tienen al menos nueve componentes posibles de ser evaluados valorativamente por separado o en su conjunto. De características cuasimatemáticas, Echeverría considera que un valor no representa “una idea o una entidad lingüística con significado fijo, sino una clase de modelos, definida por aquellos sistemas que satisfacen en mayor o menor grado dicho valor” (Echeverría, 2001, p. 142). Rechazando la noción de maximización, su métrica axiológica propuesta se basa en la noción de satisfacción en tres diferentes grados. Además, reconoce que las valoraciones son relativas a otras acciones propuestas, lo que da al modelo una configuración relacional (una teoría, una demostración o una hipótesis, se valoran con relación a otras teorías, demostraciones o hipótesis, según el caso). “Ser mejor –dice– equivale a satisfacer en mayor grado valores pertinentes para evaluar dichas acciones (o componentes)” (Echeverría, 2001).

³⁹ En 1971, el Congreso norteamericano exigía la realización de evaluaciones de impactos ambientales y de estos proyectos surgió la Office of Technology Assessment. A la fundación de esta Oficina le seguiría la fundación de otras de su estilo en diferentes partes de los Estados Unidos y Europa.

objetivo de estos ejercicios evaluatorios se ha dirigido al desarrollo de modelos de previsión de riesgos y la determinación de impactos tecnológicos. La evaluación así entendida no tiene mucha relación con el tema que abordamos en este trabajo⁴⁰ pero vale la pena distinguir la evaluación de la valoración axiológica.

La investigación científico-tecnológica, tomada como objeto de estudio y de valoraciones, brinda un campo de observación que, rompiendo con consideraciones apriorísticas, permite captar cómo las investigaciones van modificando materialmente la realidad, las percepciones, las conceptualizaciones y las valoraciones en el transcurso de la fabricación de los conocimientos científicos y artefactos tecnológicos; es por eso que, en lugar de referirnos a la ciencia, la tecnología y la ética como entidades separadas, en este texto nos referimos a la investigación en tanto proceso valorable éticamente en el que se crean y recrean las relaciones hombre-naturaleza.

Concentrados en los resultados de la investigación, caracterizados como ciencia y tecnología, muchos autores, incluidos los que reconocen el fenómeno de la tecnociencia como en el caso de Echeverría, se impiden observar la elaboración de eticidad dentro del propio proceso de investigación.⁴¹

Los planteamientos que hemos revisado en el apartado anterior consideran la ciencia y la tecnología solamente en sus productos, por tanto, su eticidad se orienta en la misma dirección, olvidando que es en el seno de las propias investigaciones donde se gestan tanto los problemas científico-tecnológicos como los de orden ético; es decir, no es sólo en los productos de la ciencia y tecnología ni en los efectos de su aplicación donde descansa su eticidad, sino en el propio proceso de elaboración de las mismas.

Desde esta perspectiva, nuestra propuesta de una ética de la investigación se opone al establecimiento de una ética axiomática, en la cual las bases morales pueden establecerse metafísicamente inspiradas en los sistemas axiológicos de las religiones y morales tradicionales. En todo caso, esta propuesta pone en la palestra de los debates la construcción de una ética que toma en cuenta las informaciones empíricas de las investigaciones tecnológicas.

Por esta razón sería más propio hablar de una “ética de la investigación tecnocientífica”, entendida como una ética del proceso de reconstrucción del

⁴⁰ Para el tema de la evaluación de las tecnologías, puede consultarse el libro de Sanmartín y Hronzky (1994), en particular el punto de vista de Manuel Medina en este texto.

⁴¹ De hecho, esta perspectiva procesual es considerada en otros sentidos y por otros autores, por ejemplo cuando Ilya Prigogine indica que las relaciones entre ciencia y poder nunca son fijas (Prigogine, 1995).

mundo que confronta a los actores al rompimiento con las tradiciones científicas, tecnológicas y morales previas a las nuevas investigaciones.

Abogamos por una ética de la investigación tecnocientífica, partiendo de la idea de que la preocupación por la elaboración del saber se compromete con la de la producción de la humanidad (Serres, 1994), lo cual implica la necesidad de abandonar la separación apriorística entre hechos y valores y de abordar la investigación como la creación simultánea de hechos científicos y artefactos, así como del tejido de las relaciones sociales y de la relación entre eticidad y tecnociencia. Esta ética propuesta se refiere al proceso de hacer tecnociencia y a la práctica de la misma.

El abordaje del tejido simultáneo de valores y verdades en la investigación corresponde al pensamiento de Michel Serres entre otros, para quien hoy el debate sobre el futuro de la humanidad está colonizado por la devaluación de las morales usuales, todas ellas aparentemente inútiles e incomprensibles, y el debate sobre la responsabilidad subsumido a la instrumentalización de la racionalidad material en todos los órdenes de la sociedad. Por estas circunstancias, el saber sustentado en la responsabilidad-moral-explicita se ha convertido en un tema superfluo y pasado de moda (Serres, 1994). Los tecnócratas pretenden que la responsabilidad social de la ciencia se circunscribe al uso y aplicación de la razón (lo que se traduce en tecnología), pero esta posición aséptica de la tecnociencia es justamente la que se derrumbó en Hiroshima. Para Serres, los grandes problemas contemporáneos después de la mañana de Hiroshima pasan por el conjunto de relaciones entre los valores y la tecnociencia. Hace falta reinventar el lugar de esas relaciones produciendo una nueva filosofía, para que los colectivos puedan inventar una nueva ética y, quizá los sabios una nueva ciencia (Arellano, 2000).

Para finalizar, cabe señalar que esta ética de la investigación tecnocientífica rompe con el mito de que los científicos, concentrados en la eficacia de sus desarrollos, son en general asépticos a las consideraciones éticas; antes bien, reconoce el papel de muchos científicos en la medida en que en sus investigaciones adoptan consideraciones de tipo valorativo, que han reconocido la necesidad de limitar la aplicación de sus trabajos, que intentan valorar el criticismo moral de sus disciplinas y productos tecnocientíficos o que cuestionan la valoración de los métodos experimentales a los que recurren para producir sus datos. Asimismo, la ética a la que nos referimos no tiene nada que ver con los señalamientos habermasianos respecto a la formulación de éticas cognoscitivo-instrumentales que hacen abstracción de los problemas de la vida buena y que se concentran en los aspectos estrictamente susceptibles de universalización (Habermas, 1987).

2. RECIENTES ACCIONES PROMOTORAS DE LA INCORPORACIÓN DE VALORES EN LA TECNOCENCIA

Como hemos visto anteriormente, el interés de incorporar elementos axiológicos en la investigación no es precisamente nuevo ni proviene de una sola disciplina; algunos filósofos de la ciencia y la tecnología han llamado la atención sobre el déficit de formación responsable de los científicos y tecnólogos y demandan no sólo su capacitación teórico-técnica, sino también moral (Olivé, 2001).⁴²

A lo largo del tiempo, el papel de la ética en la ciencia ha sido reconocido por importantes grupos de científicos, gobiernos e instituciones de diferente orden, que han conformado un movimiento pro-eticidad de la ciencia y la tecnología, en respuesta a la profundización y extensión de la actividad de investigación a nivel mundial. La Declaración de la Asamblea Mundial de Helsinki (1964) es el primer texto de envergadura internacional en el que se inscribió formalmente una ética científica, cuya implementación sería regulada por comités independientes, señalando como tareas principales la valoración y guía del procedimiento experimental. En Inglaterra la historia de los comités de ética comienza en 1967, cuando el Royal College of Physicians recomendó el escrutinio moral de las investigaciones clínicas. En Estados Unidos, los Institutional Review Board constituyeron la primera institucionalización legal de una regulación ética de la actividad científica y tecnológica cuya finalidad era supervisar y controlar los diseños y las prácticas de investigación con seres humanos.

Los conflictos de intereses, la mala conducta y el fraude dentro de la comunidad científica han dado lugar a que algunas organizaciones científicas respondan con esfuerzos específicos para promover una conducta más ética en la ciencia, por ejemplo, la American Association for the Advancement of Science creó un comité especial sobre la libertad y la responsabilidad científica.

No obstante, en estas acciones puede verse claramente la inclinación hacia una deontología biomédica (lo cual era de esperarse, siendo el campo en el que los avances tecnocientíficos tienen un impacto más inmediato sobre un gran número de personas) olvidando que el resto de la investigación exige de igual manera una consideración ética.⁴³

⁴² Olivé plantea que “tampoco es sensato plantearse el desarrollo de la planta científica y tecnológica al margen del análisis y evaluación de las consecuencias de la aplicación de tecnologías, y sin la discusión y corrección –en términos políticos, económicos, sociales, culturales y morales– de las decisiones acerca de políticas de desarrollo tecnológico y sobre la operación específica de determinadas tecnologías” (Olivé, 2001, p. 161).

⁴³ El campo biomédico ha encabezado la preocupación por los aspectos éticos de la investigación, esto queda de manifiesto en la abundante literatura producida sobre la temática a lo

Después de la creación de comités de ética para regular la experimentación con humanos, principalmente, se ha venido impulsando en algunas universidades la creación de políticas de regulación de la investigación en general⁴⁴ (se puede consultar uno de los primeros instrumentos en el Código Ético de la Universidad Laval, V-RRU, 1995). Así, se han creado distintas organizaciones en todo el mundo como la Office of Research Integrity (ORI, 1994), la President's Comision for the Study of Ethical Problems in Biomedical Research⁴⁵ y el Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU). Este hecho desembocó en la aprobación, en 1996, de la creación del Comité sobre la Responsabilidad y la Ética en la Ciencia del que posteriormente derivó la creación de la Comisión Mundial sobre la Ética del Conocimiento Científico y la Tecnología por parte de la UNESCO en 1997 (COMEST, 1999). Estas organizaciones reconocen la necesidad de construir una dimensión ética sobre la investigación científica y tecnológica; aunado a lo anterior, en la Conferencia Mundial de la Ciencia organizada conjuntamente por el ICSU y la UNESCO en Budapest en 1999, se reconoció la importancia de la ética en la ciencia. Además, instituciones diversas, como Mentored Scientist Development Award, han creado programas de difusión de la ética en el trabajo de investigación, diseñados y administrados de acuerdo a políticas y códigos éticos

largo del tiempo, donde se expresan las denuncias sobre experimentos realizados en Estados Unidos e Inglaterra principalmente, como el Caso Tuskegee, en el que se experimentó con sujetos de raza negra el curso natural de la sífilis no tratada, los experimentos consistentes en inyectar células cancerosas a personas con retraso mental con objeto de estudiar las reacciones inmunológicas a dichas células, el Estudio 076 diseñado para comprender y prevenir la transmisión del virus de inmunodeficiencia humana (VIH) de madres embarazadas a los fetos, la inoculación de viruela (França *et al.*, 1998), tifoidea, hepatitis y otras enfermedades a prisioneros a cambio de una promesa de libertad, la manipulación de cerebros de retardados mentales; así como la exposición a radiaciones a mujeres embarazadas y a presos, entre otras investigaciones, todos estos como ejemplos de los hechos que en nombre de la ciencia se han justificado (Kraus, 2001).

⁴⁴ Según ciertos autores, la versión de la neutralidad científica y la valoración moral de la tecnología tiene un campo de expresión deontológica. Algunos como los autores del Natural Sciences and Engineering Research Council and National Council on Ethics indican que la responsabilidad ética en la investigación tecnocientífica no es de exclusiva competencia del investigador, lo cual sería dejar fuera actores y situaciones que igualmente determinan el peso ético en la investigación. Para estos autores, "es imperiosa la formulación de políticas científicas que sean ejecutadas de la manera más profesional posible, por investigadores que tengan conciencia de las exigencias éticas y no cedan a la tentación de intereses extracientíficos, con el objeto de asegurar que la investigación posea los estándares éticos adecuados" (NSERC, 2001). Aquí debe entenderse la calidad profesional como éticamente neutral y como la capacidad de reconocer el exterior de la ciencia y sus demandas.

⁴⁵ Creada en Estados Unidos, para desarrollar informes que sirven de guía a los políticos y legisladores, cuyo trabajo ha ejercido gran influencia en la bioética a nivel mundial (Parra, 2001).

internacionales. A través de estas movilizaciones muchos actores esperan que la actividad pro-eticidad de la ciencia se generalice a nivel mundial.

En el ámbito universitario, hoy múltiples universidades de países como Canadá (V-RRU, 1995), Estados Unidos, Colombia, Costa Rica, etc. (Parral, 2001), cuentan con códigos, normas y políticas de integridad y/o de ética de la ciencia pudiendo decirse que estas preocupaciones éticas son el resultado de creciente actividad de investigación en las universidades (Salomon, 1999) y de la conversión de la investigación en la primera de las funciones sustantivas de estas instituciones (sin embargo, en la mayoría de los casos estas normas sólo atienden a los resultados de las investigaciones y no al proceso de construcción científico-tecnológica como tal).

En México, aunque se ha creado recientemente la primera Facultad de Bioética en América⁴⁶ en la Universidad Anáhuac y se ha anunciado además la creación de un Consejo Nacional de Ética, organizado por importantes científicos e intelectuales, las principales instituciones de educación e investigación (SEP y CONACYT) y universidades (Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma de Nuevo León y Universidad de Guadalajara) no cuentan con estos instrumentos de regulación de la investigación.

Actualmente, la actividad de las principales universidades del mundo se sustenta en la investigación científico-tecnológica, lo que significa que la docencia y la vinculación tienen como soporte fundamental dicha actividad, es así que para las universidades públicas mexicanas, la ética en la investigación se ha convertido en un tema ineludible (Salomon, 1999).

En México el movimiento pro-eticidad en la ciencia y la tecnología debería continuarse, desde nuestro punto de vista, tomando en consideración la importancia de jugar un papel activo y crítico respecto al *deber ser* que se tratará de imponer desde los centros de la burocracia mundial, así como respecto de las características y los requerimientos de la investigación actual.⁴⁷ Esto significa que deberíamos reflexionar sobre una ética de la

⁴⁶ Segunda en el mundo, precedida por la del Ateneo *Regina Apostolorum*, de Roma, diez años después de crear la primera maestría mexicana en bioética en la Universidad Anáhuac (Cruz, 2002).

⁴⁷ En nuestros días, la investigación se realiza normalmente por equipos de investigadores a través de una sucesión de proyectos; a medida que se intensifica la competencia por fondos las propuestas de proyectos se vuelven más específicas en relación a los resultados esperados de la investigación; por otra parte, las universidades se ven obligadas a buscar patrocinio industrial y a explotar al máximo cualquier descubrimiento o invención, especialmente cuando se sospecha un posible beneficio comercial; en el mismo contexto, ahora se exige a los investigadores un gran número de publicaciones valorando en muchas ocasiones la cantidad de éstas y no su calidad, de igual forma, las dictaminaciones de las mismas se realizan de manera apresurada y superficial (Ziman, 1999).

investigación tecnocientífica y promover un campo de estudio de esta actividad para poseer los elementos de juicio pertinentes y la información que sustente la elaboración de políticas de integridad de acuerdo con las formas concretas de investigación en países concretos.⁴⁸

Las acciones recientes que promueven la moralidad de la ciencia evidencian en gran parte el empleo de los enfoques criticados, por lo que se hace necesario esbozar nuestra posición en términos propositivos. Pasemos a esta última parte.

3. HACIA UNA POLÍTICA DE INTEGRIDAD TECNOCIENTÍFICA

En las últimas décadas, los trabajos sobre la relación ética y tecnociencia han sido marcados por la consideración de la crisis de los grandes referentes morales clásicos frente a los nuevos comportamientos tecnocráticos surgidos del reciente diluvio de objetos y de nuevas relaciones impuestas por la tecnociencia. Dos hechos sobresalen de esta crisis, por un lado, el cuestionamiento de cualquier intento de fundamentación moral de sustento racional de pretensiones universalistas; por otro, los intentos más consistentes de fundamentar el obrar moral contemporáneo que provienen de propuestas de la llamada ética dialógica o comunicativa, de manera que el hecho moral se constituiría a partir del sustrato de la voluntad subjetiva de los actores conjuntada con su voluntad de comunicación racional con sus semejantes para elaborar acuerdos intersubjetivos.

En este contexto, la propuesta de la ética de la tecnociencia que aquí presentamos no tiene como objeto la fundamentación de una ética de pretensiones universalistas, sin embargo, no puede negarse que, debido a los impactos que tiene la tecnociencia en la reconfiguración del mundo contemporáneo, cualquier intervención intelectual en este campo se compromete con las reflexiones y discusiones mayores de la ética contemporánea. A pesar de percibir la implicación entre ética de la tecnociencia y ética general, quisiéramos mantener una perspectiva independiente que nos permita proponer un campo de estudio capaz de fructificar, en lugar de recibir las críticas que pudiesen acomplejar su puesta en escena.

⁴⁸ La participación pública en la política científica y tecnológica es uno de los puntos centrales en la epistemología social propuesta por Fuller, para quien cobra gran importancia integrar al público en el diseño e implementación de la política científica y tecnológica. Él menciona que de lo que se trata es de involucrar activamente a la opinión pública sobre cuestiones que tienen que ver con la gestión del cambio científico y tecnológico; para así “acumular un cuerpo de opinión pública que puede ser movilizadado por la legislatura en los momentos de toma de decisiones. El público se convierte así en algo que debe ser tenido en cuenta” (Fuller, 1995).

Los estudios clasificados como Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) realizados en otras latitudes muestran ya la posible envergadura e impacto del tema de la ética. Así, tenemos los estudios que aquí hemos empleado como bibliografía y los que muestran la relación crítica entre ética general y ética de la tecnociencia y que se expresan demandando como un imperativo el hecho de que la ética no ignore los cuestionamientos valorativos surgidos de las conclusiones científicas (López y Kwiatkowska, 2000), el rechazo generalizado a la noción de neutralidad valorativa de la ciencia (Althusser, 1967; Sánchez, 1978) y de la tecnología (Echeverría, 2001), así como el papel de los investigadores en la crítica moral del mundo contemporáneo (Mitcham, 2001).

El último punto tiene la misma intención que el tema propuesto por Ziman cuando alude a la ciencia como un recurso cultural (Ziman, 1984). Aplicando esta afirmación, tiene sentido plantear que en la época tecnocientífica, la ética de la ciencia es, recursivamente, una reflexión comprometida con la elaboración de los valores generales. Nuestro acuerdo con Ziman se amplía cuando, poniendo límite al recurso, considera que “la concepción de la ciencia como una cultura completa es insostenible” (Ziman, 1984, p. 190) y esta idea es importante mantenerla cuando aceptamos la franqueabilidad de una ética de la ciencia, una de la tecnología y, separadas ambas, de la ética general.

Para comenzar, sugerimos hacer visible el tema de la ética de la investigación tecnocientífica mediante el establecimiento de grupos interdisciplinarios de discusión en los diferentes foros sociales asociados a la investigación.⁴⁹

Para nosotros, la discusión ética de la investigación debería establecerse en todos los ámbitos asociados a la tecnociencia, rebasando la amplitud de las discusiones en torno a la ética llevadas a cabo regularmente por oficinas internacionales, ya que la eticidad de la investigación es de incumbencia social, dejando de ser éste un tema exclusivo de científicos, tecnólogos, filósofos y especialistas de ética.

La dificultad de separar la investigación científica de la tecnológica precisa de un enfoque ético sin fronteras infranqueables, por lo que proponemos la aplicación de una perspectiva procesual de la ética tecnocientífica que abarque las diferentes etapas de la investigación, desde la ciencia llamada básica hasta las implicaciones del uso, por amplios sectores de la sociedad, de

⁴⁹ Para Apel, los discursos mismos postulados como médium de procedimiento de la fundamentación de normas, suponen ya un principio ético, que permite diferenciar a priori sus procedimientos y los resultados que se pretende alcanzar de prácticas discursivas y resultados éticamente cuestionables (Apel, 1994).

los nuevos conocimientos y artefactos surgidos de la tecnociencia. De este modo, el conocido *principio de precaución* no sería la vigilancia de los resultados de la investigación ni de los criterios negativos del diseño, sino que la propia práctica de la investigación tecnocientífica sería la que devendría problemática cambiando radicalmente el enfoque ético.

El paso de los descubrimientos y los inventos de los laboratorios al consumo de renovados artefactos coloca a los objetos y a los humanos en una situación de conexión en red por lo que proponemos una ética de la investigación que considere la imposibilidad de aislar la responsabilidad de actores y ámbitos a sus aparentes esferas de acción y que no pierda de vista que la responsabilidad ética en la tecnociencia es en realidad una corresponsabilidad entre los actores.

La supuesta unicidad significativa de los términos *fines* y *medios*, acuñada por las clásicas definiciones que en los primeros consentían una valoración ética y en los segundos permitían una observación instrumental, se ha vuelto difícil de asumir como consenso. Ética y tecnología no se encuentran en un binomio rígido y de esto pretende dar cuenta la ética de la investigación.

Sería importante, además, capitalizar el avance mundial sobre el respeto a las normas relativas a la experimentación y el tratamiento de ensayos sobre humanos, animales, plantas y la preservación del medio ambiente.

Nos pronunciamos por una ética que implicaría considerar que el desarrollo tecnológico no es ineluctable, darwiniano, ni lineal, sino que es un proceso de interacciones humanas y naturales en permanente reconfiguración. En esta tarea, el estudio de la actividad tecnocientífica y los estudios CTS podrían jugar el papel de elementos de reflexión y fuentes importantes para mejorar la comprensión de las posibilidades de la eticidad tecnocientífica (Mitcham, 2001).

La revisión crítica y el establecimiento de una discusión en torno a una ética de la investigación asegurarían un movimiento científico capaz de asumir una actitud de responsabilidad científica con la comunidad de investigadores. Conscientemente nos hemos abstenido de entrar en detalles de los puntos a considerar en la deontología de la investigación porque nuestra intención ha sido hacer visible la necesidad de abordar y construir esta deontología colectivamente en un objetivo de reflexión institucionalizada.

Finalmente, y como dijimos desde el inicio, la propuesta de fundar el hecho moral partiendo de la acción de investigación está implicada con una perspectiva comunicacional e instrumental de acuerdos consensuados y de eficacias comprobadas. Pero esto será motivo de otro documento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Althusser, L. (1967), *Philosophie et Philosophie spontanée des savants*, París, François Maspero.
- Apel, K. O. (1990), “La ética del discurso como ética de la responsabilidad: una transformación posmetafísica de la ética de Kant”. [Traducción de “Diskursethik als Verantwortungsethik. Eine postmetaphysische Transformation des Ethik Kants”, en R. Formet-Betancourt (ed.), *Ethik und Befreiung*, Aix-la-Chapelle, Augustinus-Buchhandlung, pp. 16-40.]
- (1994), *Étique de la discusión*, París, Les Éditions du Cerf.
- Arellano, H. A. (1996), “La capacidad de innovación tecnológica en la Universidad Autónoma del Estado de México”, *Convergencia. Revista de Ciencias Sociales*, año 4, N° 12/13, pp. 71-113.
- (1999), *La producción de objetos técnicos agrícolas, Antropología de la hibridación del maíz y de los agricultores de los Valles Altos de México*, Toluca, UAEM.
- (2000), “La filosofía de Michel Serres: una moral de base objetiva”, *Convergencia. Revista de Ciencias Sociales*, año 7, N° 23, septiembre-diciembre, pp. 31-48.
- (2000b), “La guerra entre ciencias exactas y humanidades en el fin de siglo: el escándalo Sokal y una propuesta pacificadora”, *Ciencia Ergo Sum*, vol. 7, N° 1, marzo-junio, pp. 56-66.
- Asociación Médica Mundial (1964), *Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial*, Helsinki. AMM.
- Barone, F. (1989), *Science et Technologie: Un Rapport Entre Deux Ambiguïtés*, París, PUF.
- Buchanan, J. (1999), “Los márgenes de la responsabilidad y el imperativo de lo desconocido”, en Ramírez, Roy et al., *Ética, ciencia y tecnología*, Costa Rica, Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Bunge, M. (1976), *La investigación científica*, Barcelona, Ariel.
- Callon, M. (1981), “Pour une sociologie des controverses technologiques”, *Fundamenta Scientiae*, 2, N° 3/4, pp. 381-399.
- (1986), “Éléments pour une sociologie de la traduction, la domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc”, *L'année sociologique*, N° 36, pp. 169-208.
- Casas, R. y Luna, M. (coords.) (1999), *Gobierno, academia y empresas en México: Hacia una nueva configuración de relaciones*, México, UNAM/Plaza y Valdés Editores.
- Cimoli, M. y Dosi, G. (1994), *Technology Paradigms, Patterns of Learning and Development. An Introductory Roadmap*, Austria, IIASA.

- Cruz, A. (2002), “Abren en México Facultad de Bioética”, en periódico *Reforma*, 22 de mayo, ciudad de México.
- Echeverría, J. (2001), “Ciencia, tecnología y valores. Hacia un análisis axiológico de la actividad tecnocientífica”, en Ibarra, A. y López, C. J. A. (eds.) (2001), *Desafíos y tensiones actuales en Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Madrid, Editorial Biblioteca Nueva.
- Ellul, J. (1954), *La technique ou l'enjeu du siècle*, París, Armand Colin, 1954 [reimpr., 1990, París, Economía].
- (1977), *Le système technicien*, París, Calmann-Lévy.
- França, O. et al. (1998), “Ética en la investigación clínica: una propuesta para presartarle la debida atención”, *Revista Médica del Uruguay*, vol. 14, N° 3, diciembre.
- Fuller, S. (1995), “La epistemología socializada”, entrevista con Steve Fuller realizada por López, C. J. A. <<http://www.campus-oei.org/salactsi/fuller.htm>>.
- Habermas, J. (1973), *La science et la technique comme idéologie*, París, Éditions Gallimard.
- (1987), *Teoría de la acción comunicativa II. Crítica de la razón funcionalista*, Madrid, Taurus.
- (1998), “Nuestro breve siglo”, *Nexos*, México, agosto, pp. 39-44.
- Haraway, D. J. (1997), *Modest witness@second millennium. Femaleman meets oncomouse*, Nueva York, Routledge.
- Hottois, G. (1984), “Le signe et la technique. La philosophie à l'épreuve de la technique”, Coll. Res, *L'invention philosophique*, París, Éditions Aubier Montaigne, pp. 59-60.
- Hottois, G. (1993), “Une analyse critique du néo-finalisme dans la philosophie de H. Jonas”, en Achterhuis, H. et. al., *Hans Jonas, Nature et responsabilité*, París, Librairie Philosophique J. Vrin.
- Illich, I. (1974), *La convivencialidad*, Barcelona, Barral.
- (1994), “Homage à Jacques Ellul”, *L'Agora*, vol. 1, N° 10, julio-agosto.
- (1996), “Philosophy, Artifacts and Friends”, conferencia en la reunión anual de la American Catholic Philosophical Association, Los Angeles, California, 23 de marzo.
- Jonas, H. (1990), *Le principe de responsabilité*, París, Ed. Du Cerf.
- Knorr-Cetina, K. D. (1981), *The manufacture of Knowledge, An Essay on the Constructivist and contextual Nature of Science*, Oxford, Pergamon Press. [En castellano, *La fabricación del conocimiento. Un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia*, Buenos Aires, Universidad Nacional de Quilmes, 2005.]

- Kuhn, T. (1982), “Objetividad, juicios de valor y elección de teoría”, *La tensión esencial. Estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia*, México, Fondo de Cultura Económica.
- Kemp, P. (1997), *L'irremplaçable: une étique de la technologie*, París, Cerf.
- Kraus, A. (2001), “Avances terapéuticos, tropiezos éticos”, *Los Universitarios*, nueva época, octubre.
- Ladrière, J. (1999), “El impacto de la ciencia y la tecnología en la ética”, en Ramírez, Roy *et al.* (1999), *Ética, ciencia y tecnología*, Costa Rica, Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Larivée, S. (1993), *La sciences au-dessus de tout soupçon: enquête sur les fraudes scientifiques*, Québec, Éditions du Méridien.
- Latour, B. (1989), *La science en action*, París, La Découverte.
- Latour, B. y Woolgar, S. (1988), *La vie de laboratoire, la production des faits scientifiques*, París, La Découverte.
- Laudan, L. (1984), *Science and Values. The aims of Science and their Role in Scientific Debate*, Berkeley, University of California Press.
- Lévy L. J-M y Jaubert, A. (1980), *(Auto)crítica de la ciencia*, México, Editorial Nueva Imagen.
- Leroi-Gourhan, André (1964), *Le geste et la parole*, París, Éditions Albin Michel.
- Le Monde diplomatique (1998), “Ravages de la technoscience”, *Le Monde. Manière de voir*, París, marzo-abril.
- López-Wilchis, R. y Kwiatkowska, T. (2000), “Ética y ciencias biológicas, un reto para el tercer milenio”, en Medina, M. y Kwiatkowska, T., *Ciencia, tecnología/naturaleza, cultura en el siglo XXI*, Barcelona, UAM-Anthropos.
- Marcuse, H. (1984), *El hombre unidimensional*, México, Joaquín Mortiz.
- Merton, R. (1973), *The Sociology of Science*, Chicago, University Press of Chicago.
- Mitcham, C. (1989), *¿Qué es filosofía de la tecnología?*, Barcelona, Anthropos-Universidad del País Vasco.
- (1996), “Cuestiones éticas en ciencia y tecnología”, en González, M. I. *et al.*, *Ciencia, tecnología y sociedad*, Madrid, Tecnos.
- (2001), “Los científicos e ingenieros como críticos morales en el mundo tecnocientífico”, en Ibarra, A. y López, C. J. A. (eds.), *Desafíos y tensiones actuales en Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Madrid, Editorial Biblioteca Nueva.
- Nelson, R. (1993), *Nacional Innovation System. A Comparative Analysis*, Oxford, Oxford University Press.
- Natural Sciences and Engineering Research Council and National Council on Ethics

- in Human Research (2001), “Ethical conduct for research involving humans”, Panel on research ethics, 6 de julio.
- Office of Research Integrity (1994), *Newsletter*, vol. 3, N° 1, ORI, <<http://ori.dhhs.gov/>>.
- Olivé, L. (2001), *Cómo acercarse a la filosofía*, México, Limusa.
- (2000), *El bien, el mal y la razón. Facetas de la ciencia y de la tecnología*, México. Paidós-UNAM.
- Oppenheimer, R. (1967), citado por Jean-Marc, Lévy Leblond y Alain Jaubert (1980), *(Auto)crítica de la ciencia*, México, Editorial Nueva Imagen.
- Parra, I. (2001), “Algunas consideraciones ético-filosóficas sobre bioética”, en Parra, I. *et al.* (2001), *Estudios de filosofía del derecho y filosofía social*, Venezuela, Universidad de Zulia.
- Parral, C. A. (2001), “UCR con nuevo reglamento ético-científico”, *Revista Girasol*, año 4, N° 15, Costa Rica, marzo-abril.
- Prebisch, R. (1951), “Crecimiento, desequilibrio y disparidades: interpretación del proceso de desarrollo”, *Estudio Económico de América Latina 1949*, Nueva York, Naciones Unidas.
- Prigogine, I. (1995), “Préface”, en Mayor, F. y Forti, A., *Science et pouvoir*, París, UNESCO.
- Queraltó, R. (2003), *Ética, tecnología y valores en la sociedad global, el caballo de Troya al Revés*, Madrid, Técnos.
- Ramírez, R. y Alfaro, M. (1999), *Ética, Ciencia y Tecnología*, Costa Rica, Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Rescher, N. (1999), *Razón y valores en la era científico-tecnológica*, Barcelona, Ediciones Paidós Ibérica.
- Sokal, A. y Bricmont, J. (1997), *Impostures Intellectuelles*, París, Éditions Odile Jacob.
- Salomon, Jean-Jacques (1993), *Le destin technologique*, París, Gallimard.
- (1999), *Pour une éthique de la science. De la prudence au principe de précaution*, París, PUF.
- Sánchez Vázquez, A. (1978), *Ciencias y revolución (el Marxismo de Althusser)*, Madrid, Alianza.
- Schumpeter, J. A. (1944), *Teoría del desenvolvimiento económico, una investigación sobre ganancias, capital, crédito, interés y ciclo económico*, México, FCE [trad. de la primera edición de 1911].
- Sanmartín, J. y Hronzky, I. (eds.) (1994), *Superando fronteras de ciencia-tecnología-sociedad y evaluación de tecnologías*, Barcelona, Anthropos.

- Séris, J-P. W. (1994), *La technique*, París, PUF.
- Serres, M. (1994), *Eclaircissements*, París, Flammarion.
- Vice-rectorat a la Recherche, Université Laval (V-RRU) (1995), *Politique relative à l'intégrité scientifique*, Québec, U. Laval.
- Weber, M. (1987), "Ensayos sobre sociología de la religión", en Habermas, J., *Teoría de la acción comunicativa II. Crítica de la razón funcionalista*, Madrid, Taurus.
- (1968), *Economía y sociedad*, México, FCE.
- Willmott, P. (1977), "La integridad en las ciencias sociales: el desenlace de un escándalo", *ISSJ*, vol. XXIX, N° 2.
- World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology (1999), First session of the COMEST, Noruega, COMEST. <<http://www.unesco.org/ethics/uk/connaissances/programme.html>>.
- Ziman, J. (1984), *An introduction to science studies. The philosophical and social aspects of science and technology*, Cambridge, Cambridge University Press.
- (1999), "La ciencia como ética", *El Cultural*, suplemento del diario *El Mundo*, Madrid, marzo.

DOSSIER

GÉRARD LEMAINÉ

**CIENCIA NORMAL Y CIENCIA HIPERNORMAL.
LAS ESTRATEGIAS DE DIFERENCIACIÓN Y LAS
ESTRATEGIAS CONSERVADORAS EN LA CIENCIA**

CIENCIA NORMAL Y CIENCIA HIPERNORMAL. LAS ESTRATEGIAS DE DIFERENCIACIÓN Y LAS ESTRATEGIAS CONSERVADORAS EN LA CIENCIA *

GÉRARD LEMAINÉ

RESUMEN

El presente trabajo analiza diferentes estrategias que los investigadores pueden desarrollar en su carrera científica, y los modos en que cada estrategia está condicionada por el medio social (presión por publicar, características de la evaluación, posición social).

Se presta especial atención a dos grupos de estrategias que se encuentran en permanente tensión: las que favorecen el surgimiento de lo que llamamos “ciencia hipernormal”, fenómeno consistente en la escasa toma de riesgo, y a aquellas que denominamos “estrategias dobles”, caracterizadas por la existencia de líneas “normales”, seguras, y otras ocultas, de carácter más riesgoso, pero a la vez más propensas a las innovaciones.

PALABRAS CLAVE: PARADIGMA, CIENCIA NORMAL, CIENCIA HIPERNORMAL, ESTRATEGIAS DE INVESTIGACIÓN.

En el presente trabajo intentaremos mostrar que una cierta organización de la investigación, una cierta manera de “practicar” la ciencia, conduce a lo que podríamos llamar la ciencia “hipernormal” (por referencia a Kuhn). Este hecho ya no es, al menos en Francia, un fenómeno marginal: ciencia conservadora de investigadores “normales” que evitan tomar riesgos y se cubren detrás de las barreras disciplinarias, las técnicas, los paradigmas; ciencia bizantina de investigadores que temen al fracaso, y no sin fundamentos, dado el modo de funcionamiento de la comunidad científica y de las instancias de las que dependen. Pero nosotros mostraremos que, de modo inverso, algunos de los valores o normas de la comunidad, asociados a modos de funcionamiento locales favorables, diseñan otras líneas de fuerza. Y que, per-

* Título original: “Science normale et science hypernormale. Les stratégies de différenciation et les stratégies conservatrices dans la science”, *Revue française de sociologie*, vol. XXI, N° 4, París, 1980.

Traducido por José Buschini y Juan Pablo Zabala. Reproducido con la amable autorización de la *Revue française de sociologie* y del autor.

manentemente, fuerzas que tienden hacia la diferenciación y originalidad desplazan los centros de interés, los ámbitos de creación, fuerzan a los investigadores a correr riesgos, aún cuando esto sea generalmente de manera disimulada y vaya en contra de la tendencia a la ciencia hipernormal y las estrategias conservadoras. Para introducir el problema, puede ser útil referirse al debate entre Kuhn y Popper, tal como aparece en el libro de Lakatos y Musgrave publicado en 1970.

Para ser más precisos, se trata de una parte del debate. Los problemas propiamente epistemológicos no son de mi competencia y los evitaré cuidadosamente. Se podrá objetar que el debate era intrínsecamente epistemológico y que, de esa manera, no abordé lo esencial. Yo creo, con o sin razón, que un sociólogo tiene cosas para decir sobre la ciencia normal tal como Kuhn la presenta, y sobre algunas de las objeciones que Popper realiza a Kuhn, sin por ello intentar tomar posición sobre todos los aspectos de una controversia que no está del todo resuelta.¹

La ciencia normal es, para Kuhn, el signo de la madurez, aquello que distingue a una ciencia de las proto-ciencias, del arte o de la filosofía. La madurez consiste en que no se vuelve permanentemente sobre las bases, se deja de cuestionar los fundamentos. Simplemente *se trabaja* (el cuestionamiento no se da sino excepcionalmente en los momentos revolucionarios). Los criterios de demarcación son de orden sociológico y no filosófico (en la ciencia, dice Kuhn, los “cánones metodológicos” son continuamente violados, hecho que no impide el éxito de la empresa, p. 236).

¹ La epistemología de Kuhn, sus ideas sobre el desarrollo científico (una sucesión de períodos de tradición –la ciencia normal, regulada por paradigmas– interrumpida por rupturas no acumulativas), expuestas principalmente en su libro *La estructura de las revoluciones científicas* (1962, 1970, hay que leer la segunda edición, que contiene una importante posdata), han sido resumidas y comentadas en francés en numerosas ocasiones. Remitimos al lector al artículo de B. Matalon (1972, el año de la traducción francesa) para un excelente resumen crítico de las proposiciones fundamentales de Kuhn y al libro de P. Jacob (1980) para un estudio profundo de la corriente filosófica anti-empirista a la que Kuhn adhiere (en particular en el capítulo 6). Como señala Jacob, “*La estructura...* es el manifiesto más conocido del movimiento anti-empirista”, al que pertenecen, entre otros, Toulmin, Hanson, Feyerabend, Lakatos, Popper, y, bien comprendido, Koyré.

Bachelard, que siempre ha insistido sobre el papel de las teorías en la determinación de lo que es un “hecho” científico no ha tenido influencia sobre a la corriente anti-empirista anglosajona. Inaccesible para los lectores angloparlantes, el alcance de su obra, fuera de Francia, no tiene comparación con la de Koyré, profesor en París y Princeton. Es muy significativo que P. Jacob no cite a Bachelard más que al pasar y para mofarse de la epistemología pos-bachelardiana.

Las referencias bibliográficas aparecen al final del artículo [N. del T.: Las citas corresponden a los textos incluidos en las referencias bibliográficas, independientemente de la existencia o no de versiones de tales textos en español].

Las nociones de paradigmas, de ejemplares, de inconmensurabilidad, de maneras de ver el mundo en el marco de un paradigma, de conversión, son lo suficientemente conocidas para insistir aquí sobre ellas. Lo mismo ocurre con la crítica atribuida a Popper (aunque no solamente a él), según la cual no podemos exhibir un lenguaje neutro independiente de las teorías adoptadas y utilizadas. Este hiperteoricismo unido a una concepción pragmática de la teoría (una teoría no está más cerca de la verdad que otra teoría concerniente al mismo campo, es simplemente un mejor instrumento para la práctica de la ciencia normal), y a una descripción-prescripción del comportamiento de los investigadores de la ciencia normal, no es a-problemática. Kuhn se defiende (*ibid.*, p. 246)* de la acusación de relativismo: el desarrollo científico, sostiene, es como la evolución biológica, unidireccional e irreversible. Y añade: “una teoría científica no es tan buena como otra para aquello que el investigador hace normalmente”. Esta idea de evolución no resuelve el problema de la racionalidad, pero Kuhn especifica que la adopción de una nueva teoría no es un asunto místico, y que permanentemente intervienen criterios como la precisión de esta teoría (y la precisión de sus predicciones), su extensión, su simplicidad, su fecundidad. Estos criterios, es cierto, pueden ser juzgados en forma muy diferente por distintas personas. Kuhn señala también que todo lo que hacen los investigadores sobre la base de su experiencia pasada y en conformidad con valores tradicionales pertenece, *ipso facto*, a la ciencia considerada válida para esa época. No obstante, no piensa que esto sea aplicable a todos los dominios que se presentan como “científicos” y que se pueda, por ejemplo, hablar de la misma forma de las ciencias inductivas “baconianas” del siglo XVII y del siglo XVIII (electricidad, magnetismo, calor...) y de las ciencias clásicas matematizadas como la astronomía, la estática, la óptica (Kuhn, 1976). Las ciencias sociales contemporáneas se acercan más a las ciencias baconianas que a las ciencias clásicas, y él no aceptaría que la conformidad con “valores tradicionales” en algunos dominios defina la actividad como científica. Pero como la científicidad se refiere a la existencia de una comunidad y de un “paradigma” (la definición de ambas nociones es generalmente circular), a una actividad de “ciencia normal”, será difícil juzgar si estamos ante una “ciencia” o ante una actividad que tiene todas las apariencias de una ciencia. Se mantienen, así, los criterios enunciados más arriba, pero vemos en seguida que también sobre este punto el pensamiento de Kuhn fluctúa demasiado como para que no sea posible interpretar sus escritos en un sentido relativista. Esto es, por otra parte, lo que hicieron muchos sociólogos de la ciencia. No sin fundamentos, en tanto la tesis según la cual

* Se respeta la citación del artículo original. [N. del T.]

una teoría no se encuentra más cerca de la verdad que otra viene, de hecho, a cuestionar la idea de progreso científico en el plano ontológico.

Si seleccionamos para nuestros propósitos las objeciones de Popper, encontramos que Kuhn, indebidamente, ha vuelto monolítica a la actividad científica en el plano teórico. Para Popper, no hay “normalmente” una teoría dominante en un campo científico dado. No existe el dogma universalmente admitido por una comunidad científica: esa idea, sostiene, es contraria a lo que nos enseña la historia de las ciencias (teorías de la materia, teoría del calor, etc.). Este punto es capital, ya que si los científicos no tienen certezas sobre el paradigma, es casi seguro que esto llevará a algunos a interrogarse sobre los presupuestos y axiomas sobre los que se basan estos paradigmas heterogéneos.

Popper reconocía que la ciencia normal de Kuhn es una realidad de nuestra época, pero también una amenaza para la ciencia y nuestra civilización. Sin embargo, hay muchos tipos de investigadores, desde el “investigador normal” al “investigador extraordinario”, que no aceptan sin cuestionamientos el dogma dominante. Kuhn respondería, sin duda, que Popper no quería comprender el sentido de “paradigma”, pero como el propio Kuhn admitió en su libro (1970) que su modelo se aplicaba a dominios restringidos, con microparadigmas, la objeción de Popper permanece con toda su fuerza.

Citemos el ejemplo de los trabajos sobre el sueño, de los que dimos cuenta en 1977 (Lemaine *et al.*, 1977), para dar razón a Popper sobre este punto. Aun en la década de 1960, no se puede decir que la teoría activa del sueño hubiera eliminado totalmente a la teoría pasiva, mientras que los trabajos de neurofisiología, bioquímica, etología, etc., contribuyeron a realizar progresos muy significativos para el conocimiento de los mecanismos del sueño. Y los defensores de una y otra teoría podían comunicarse y criticarse a propósito de resultados empíricos. Ya lo dijimos, no se trata de intentar “resolver” la controversia entre Popper y Kuhn. Simplemente queremos remarcar que Popper, al insistir sobre la multiplicidad de las teorías o de los paradigmas, y sobre la multiplicidad de los tipos de investigadores, se opone, por razones epistemológicas conocidas, a la concepción cuasi orgánico-catastrófica del desarrollo científico de Kuhn. Para Popper la ciencia progresa gracias a las conjeturas audaces y a la crítica, al trabajo permanente de cuestionamiento de las teorías utilizadas.

Popper resalta que, si se observa la historia de las ciencias, muchos investigadores no eran “normales”: Boltzmann, por ejemplo, continuador de Maxwell, no era un “revolucionario” pero no era tampoco un investigador de la ciencia normal; él resistió, y con qué energía, a la moda de su época (p. 54). Me parece que estas observaciones del epistemólogo Popper sugieren una investigación interesante al historiador Kuhn, que nosotros formulare-

mos por nuestra parte como sigue: suponiendo que la noción de ciencia normal sea clara, por qué no tratar de ver si los investigadores o los sabios se comportaron históricamente de la manera que dijimos que se comportan hoy en día (o, según Kuhn, como siempre se comportaron a partir del momento en el que apareció la ciencia normal). Esto supondrá un examen minucioso de las elecciones y de las producciones de los individuos y de los grupos, examen que podremos, en un primer momento, comenzar en la época donde los laboratorios en el sentido moderno ya están constituidos (lo que nos coloca en el siglo XIX).

En cuanto a las elecciones teóricas, Kuhn (*ibid.*, p. 238) señala que una sola cosa es posible: formar a los investigadores en una disciplina, inculcarles el sistema de valores, la ideología en curso en ese campo, y dejarles hacer la elección. “Si esta técnica no da cuenta del desarrollo científico tal como lo conocemos, ninguna otra lo hará”. No existen otras reglas de elección que las procedentes de los valores del grupo o de la comunidad científica de la cual forma parte el investigador.

En otra parte (*ibid.*, p. 262), Kuhn rechaza la idea de que la ciencia (o, digamos, una disciplina) podría progresar gracias a las elecciones dictadas por un sistema de valores “atípico”, ya que esas elecciones son generalmente malas. Si todos los miembros de la comunidad debieran hacer estas elecciones de alto riesgo, toda la empresa científica cesaría. Estas estrategias no son las de la ciencia normal, y es gracias a que los sabios supieron abandonar estas prácticas que la ciencia progresó. (Es sorprendente que Popper no logre comprender la postura de Kuhn sobre este punto: en casi todos los campos existen investigadores que han hecho trabajos geniales toda su vida, en los que el único defecto era que eran falsos o carentes de sentido.)

Paradójicamente es Popper quien, rechazando el “sociologismo” de Kuhn, y a la sociología como pseudo-ciencia, se encuentra más cercano a la sociología en el punto que aquí nos interesa. La sociología o la psicología social de Kuhn funcionan ahí como sustitutos de una reflexión filosófica, lo que le impide ver, creemos nosotros, la seriedad de la crítica de Popper.

Los textos que comentamos tratan sobre todo de una reflexión sobre la elección de las teorías o de los paradigmas. Sin embargo, cuando Popper habla de los investigadores “no tan críticos”, amplía el campo de la reflexión y plantea claramente el problema general de las elecciones y del riesgo tal como un sociólogo de la ciencia puede intentar analizarlos (lo cual evidentemente no tendrá interés para él).

En adelante, este es el problema que abordaremos para mostrar que, en el funcionamiento de las organizaciones y de las instituciones científicas, existen fuerzas sociales de todo tipo que juegan tanto a favor de la ciencia nor-

mal como de la hipernormal, y que, al mismo tiempo, es posible concebir comunidades que no orientaron tanto su trabajo en la dirección conservadora deplorada por Popper. También mostraremos, a partir de un ejemplo puntual, cómo la tesis de la adhesión a un sistema de valores y a la ideología de un campo fue interpretada en un sentido completamente relativista y, como justificación, presentaron un conjunto de trabajos (que trataban sobre el cociente intelectual) cuya cientificidad había sido, como mínimo, más que discutida, tanto por los investigadores del campo como por aquellos provenientes de otros horizontes. Este hecho nos volverá a enfrentar a: 1) el problema del cierre de las comunidades y la clausura de los paradigmas y 2) el problema de los criterios extrasociológicos para la definición de la legitimidad de una empresa de “investigación”. Como dijimos, no es nuestra ambición tratar verdaderamente este último punto.

Nuestras observaciones se fundan, sobre todo, en numerosas investigaciones de carácter sociológico que efectuamos en los últimos diez años.² Algunas fueron publicadas, otras se encuentran en curso, y sería fastidioso para el lector volver a mencionar las diferentes orientaciones adoptadas en esos trabajos, las distintas metodologías adaptadas a los objetivos, etc. Simplemente haremos referencia a esas investigaciones en el curso de nuestra exposición sobre las estrategias de elección y riesgo.

TOMA DE RIESGOS Y ESTRATEGIAS CONSERVADORAS

En una investigación con B. Lécuyer (1972) nos había sorprendido lo que nos comentaron algunos biólogos y físicos: en un buen número de casos, la

² a) En 1969 con B. Matalon y B. Provansal: entrevistas en profundidad a 15 investigadores sobre la estrategia de investigación.

b) En 1972 con B. Lécuyer: estudio de 12 laboratorios (seis de física y seis de biología), examen minucioso de las estrategias de elección de los campos y de los temas de investigación.

c) En 1977 (con Cléménçon, M.; Gomis, A.; Pollin, B. y Salvo, B.): historia de los estudios sobre la neurofisiología y la psicofisiología del sueño. Análisis de varios laboratorios y reconstitución de sus estrategias de investigación. Puesta en evidencia de los fenómenos de diferenciación y evitamiento del riesgo ya observados en 1972 y 1969.

d) En 1979 (con G. Darmon): un estudio con entrevistas (100) sobre cinco laboratorios de investigación fundamental y otro estudio por cuestionario (337) en 20 laboratorios. Examen de la división del trabajo en la ciencia liviana y la ciencia pesada. Las estrategias de los laboratorios, sobre todo en la ciencia con grandes equipamientos, están influenciados por decisiones de orden político tomadas por las instancias financieras y científicas de las que depende el laboratorio: para las inversiones en grandes equipos todo ocurre como si se pensara en términos de economía de escala.

prisa por concluir y publicar había perjudicado a los investigadores y a los grupos (muy probablemente, las certezas son imposibles aquí), haciéndoles pasar por alto descubrimientos o resultados más importantes, más centrales (el lenguaje varía mucho) que los que suelen obtener. Pero continuar el trabajo implicaba un riesgo, el de ver los resultados publicados en otro lado, lo que volvería inútil el esfuerzo de acuerdo a la norma de prioridad. Los investigadores, desde ya, publican constantemente resultados parciales mientras prosiguen con su trabajo, pero corren así el riesgo de brindar información que permita a sus competidores ir más rápido que ellos, o informarles sobre sus dificultades o errores (que no serán revelados inmediatamente), lo que puede permitir rectificar dificultades y errores similares. Todos saben que las situaciones son muy complejas y que no siempre es fácil realizar las elecciones, pero parece probado que en muchos casos la norma más que implícita de la “buena lista de publicaciones” no estimula el trabajo con profundidad, con alto riesgo.

El riesgo puede radicar en la elección de problemas, que son más o menos difíciles para quienes van a afrontarlos (naturaleza del problema y formación cognitiva de los agentes), o en la rivalidad y la competencia.

JUICIOS, PROTECCIÓN Y RIESGO

Hemos hablado de la presión por publicar que proviene del medio, de la comunidad. Pero si queremos comprender las estrategias de los investigadores, debemos también tener en cuenta el papel que juegan las instancias de evaluación, que no sólo juzgan sino que deciden las promociones y los presupuestos, otorgan o no su confianza a los equipos y a los hombres, a los proyectos de mayor o menor plazo y, por esta razón, desempeñan un papel determinante en la política elaborada por el laboratorio. La manera en que se den estas instancias puede reforzar la posición de los investigadores o, a la inversa, aumentar sus tormentos: por ejemplo, algunos investigadores estarán protegidos de las exigencias de producción y publicación, mientras que otros se sentirán expuestos y sometidos a una presión muy fuerte.

Diversos factores contribuyen a la vulnerabilidad diferencial de los agentes de investigación a la que nos referimos. En un trabajo etnográfico sobre el funcionamiento de los laboratorios de investigación básica (Lemaine *et al.*, 1979), algunas entrevistas daban una imagen un tanto trágica de la investigación, imagen que no será tomada en serio por aquellos que consideran, en general para deplorarla, que la investigación devino un oficio como cualquier otro, ejercido por personas sin una “vocación” particular, excesivamente protegidas para no ser más que técnicos superiores, al menos en Francia.

Nosotros sabemos, por experiencia, que no podemos aceptar sin cuestionar la imagen que los investigadores quieren dar de sí mismos, y de su trabajo, a un observador externo. Es más, debemos estar atentos ante esta ideología arraigada. Pero varias investigaciones realizadas en diferentes medios científicos, y algunas observaciones repetidas en un mismo laboratorio y sobre las mismas personas, nos incitan a tomar muy en serio la incertidumbre vivida por los investigadores: incertidumbre en cuanto a las elecciones, a las orientaciones, a los resultados, a las posibilidades de llegar primero; incertidumbre de sí mismo, miedo al fracaso, a la no producción, a la producción de datos “no interesantes”, a la mera reproducción de lo ya conocido.

Esto no implica decir que todos los investigadores se encuentran siempre en una situación de alta incertidumbre y gran ansiedad, en la práctica se está lejos de esto. Algunos están más protegidos que otros, pues no son quienes deben decidir o escoger entre diferentes opciones dentro del laboratorio; y, por otro lado, la sensación de que los “buenos” problemas fueron abordados con las técnicas apropiadas o que las soluciones son las correctas (a verificar, por supuesto) “libera” significativamente –y por períodos de tiempo nada desdeñables– al personal de los laboratorios. Todos conocían también casos de investigadores que están “protegidos” detrás de un paradigma, de las técnicas, de los resguardos institucionales, y que viven con una cierta comodidad intelectual.

Todo eso es verdadero, pero no debe hacer olvidar las situaciones en las que los investigadores deben tomar decisiones que no son de rutina (esto también se aplica, por supuesto, a aquellos que adhieren a un paradigma en sentido kuhniiano), que los comprometen ante sus propios ojos y ante los de aquellos que “cuentan”. En esos casos las protecciones institucionales y la seguridad material son un débil apoyo, y pueden inclusive perjudicarlos (aunque sólo sea en la opinión que ellos tienen de sí mismos).

En síntesis, queremos insistir sobre el hecho de que ser investigador provoca, a menudo, un compromiso personal elevado, ya que jugar el juego significa que es necesario producir ideas, resultados, que no sólo deben ser nuevos sino también pertinentes para un problema y para un conjunto de personas y, además, lo más “centrales” posibles (la definición de qué es central varía según los laboratorios, los grupos, las microcomunidades. El caso más favorable para un investigador o un grupo consiste en que sea aceptada su definición). De ello depende el reconocimiento y la posición ocupada en este universo tan particular que es el medio científico. El reconocimiento depende de las evaluaciones que se realicen sobre el trabajo (en cuanto a la importancia, la novedad) y sobre la naturaleza de lo producido, que se incorpora, o no, en una corriente reconocida y valorizada de trabajos. Este reco-

nocimiento depende evidentemente de la red social (o las redes) de la que el investigador forma parte. Sin olvidar jamás que aquellos que evalúan, consagran o reconocen son, por regla general, los competidores más o menos directos del productor, y que el juicio sobre un artículo, por ejemplo, es el juicio realizado sobre el interés del problema abordado, sobre el campo o sub-campo explorado, sobre la legitimidad de tal teoría o de tal enfoque.

POSICIÓN SOCIAL, INNOVACIÓN Y RECONOCIMIENTO

Las evaluaciones y los reconocimientos que se otorgan en la ciencia “mientras se hace” no son idénticos a aquellos que, retrospectivamente, sanciona la historia de las ciencias. La comunidad científica es un lugar lleno de ruido y furia, no sólo a causa de la competencia furiosa entre los grupos –y en el interior de los grupos– o laboratorios, de la presión por publicar rápidamente, del robo científico que Ch. Nicolle (1932) describía inspiradamente cuando denunciaba a los “ladrones del descubrimiento, farsantes, saqueadores, plagiadores, usurpadores”,³ sino también a causa de que el campo científico, para un investigador en un momento dado, es un campo socialmente definido, y que este campo se opone a otros que pueden tener una legitimidad distinta, no sólo en términos de su historia “cerrada”, sino de su historia viviente. Esta legitimidad depende, a su vez, de la posición que tienen quienes pertenecen a dicho campo, del poder proveniente de su prestigio científico, de su lugar en las diferentes jerarquías (miembro de una academia, premio X o Y, director de un gran laboratorio, editor de una revista científica donde debe publicar para ser leído...), de su pertenencia a un ámbito social fuertemente “emisor”, si podemos utilizar esa imagen. Pensemos, por ejemplo, en la asimetría entre un laboratorio de provincia y un laboratorio parisino, poblado de antiguos “*polytechniciens*” y “*normaliens*”^{*} (Lemaine y Lecuyer, 1972), pensemos en la asimetría que existe, desde hace décadas y en casi todos los dominios, entre la comunidad científica francesa y la estadounidense (lo que no es solamente imputable a problemas de lenguaje). Pensemos en las dificultades de la biología molecular en Francia hasta fina-

³ “Les digo una vez más a los investigadores que, no obstante el uso establecido entre los sabios de Europa de robarse mutuamente las invenciones, lo que siempre deja dudas sobre el verdadero inventor, yo tomaría precauciones al respecto, el honor de su descubrimiento le corresponderá entero.” Swift, J., *Voyage de Gulliver dans les contrées*, París, Furne et Cie. H. Gournier Ainé, 1838 [1726]. Tercera parte, Viaje a Laputa, pp. 64-65.

^{*} Estos términos designan a los egresados de la École Polytechnique o de la École Normale Supérieure, las dos instituciones de educación superior más prestigiosas de Francia. [N. del T.]

les de la década de 1950, o en las dificultades de la ecología “científica” hasta que un movimiento social vino impensadamente a reforzar la posición de esta disciplina, etc. La lucha por la vida atañe tanto a los descubrimientos y las prioridades como a la legitimidad de los campos en los que éstos tienen lugar. Comprendemos por tanto que no todos los agentes –individuos o grupos– se encuentran en la misma situación para resistir a las diferentes presiones que se ejercen sobre ellos, y que son más o menos vulnerables a la seducción del riesgo bajo y de la investigación conservadora. Nuestras entrevistas están llenas de observaciones sobre la necesidad de publicar, de hacer cada año un buen papel en cuanto al número de *papers* publicados. Si como nos decía un biólogo, *maître de recherches* del CNRS,^{*} el criterio de producción que prevalece es el número de publicaciones, no queda sino elegir un tema “fácil” que sabemos que tendrá un buen rendimiento. Como tenía otras aspiraciones, él pasaba más de la mitad de su tiempo haciendo investigación “clásica” y “honestá”, que le aseguraba una producción regular y, por ello, un avance regular de los miembros de su grupo, pero reservaba el resto de su energía para investigaciones más “ambiciosas”, mucho más inciertas y también, según él, mucho más centrales para el desarrollo de su campo y el éxito de su grupo. Éste no es un caso aislado, hemos encontrado otros, pero podemos advertir al sociólogo que esta estrategia no es fácil de descubrir, en tanto es poco compatible con la imagen que los investigadores desean dar de sí mismos. Volveremos luego sobre esta estrategia de diferenciación silenciosa que, desde el punto de vista de la ciencia tomada globalmente, va en contra (afortunadamente, dirán algunos) de las estrategias conservadoras.

L. Feuer recordaba que Einstein sostenía que había que liberar a los jóvenes investigadores de la obligación de llegar lo más rápidamente posible a conclusiones terminantes: “[...] alentaba al joven investigador a buscar una profesión práctica que le permitiera ganarse la vida, a condición de que ésta le dejara suficiente tiempo y energía para su obra científica” (Feuer, 1978, p. 152). Einstein pensaba evidentemente en las disciplinas teóricas cuando sugería un empleo de guardafaro, pero si el consejo no parece muy conveniente para nuestra época de ciencia burocratizada (y un poco fuera de lugar cuando los mares devinieron autopistas), nos equivocáramos si tomamos a la ligera esta reflexión sobre las condiciones que imponen las comunidades o microcomunidades que se volvieron muy densas (la demografía no es ciertamente indiferente).

^{*} Categoría similar a la de un investigador superior del CONICET, en Argentina. [N. del T.]

Vale la pena, por tanto, preguntarse qué papel puede jugar, para la ciencia normal de Kuhn, todo un conjunto de factores sociales y políticos. Valdría también la pena evaluar, en casos concretos, en qué aspectos las instancias de evaluación y financiamiento otorgaron a los investigadores (al menos en Francia) un gusto exagerado por la ciencia de escaso riesgo (desgraciadamente muchos de los documentos necesarios para ese tipo de trabajo son inaccesibles).

El análisis emplazado exclusivamente en el ámbito de los laboratorios se revela insuficiente. Los trabajos recientes de sociología de las organizaciones mostraron claramente los aspectos en los que el punto de vista “estructural-comparativo”, como dicen los autores anglófonos, resulta parcial. Una organización tiene una historia y las instituciones de las que depende también la tienen. No se trata solamente de reconocer que una “organización” (separada del resto del tejido social por pura comodidad) no está cerrada sobre sí misma en su funcionamiento, sino de hacer evidente el peso de las tradiciones, de los reglamentos, etc., que a menudo tienen orígenes lejanos, y que no tienen nada de “racional” para los objetivos declarados de las instituciones y los investigadores. En Francia, por ejemplo, podemos preguntarnos legítimamente por el papel que juegan estas tradiciones y reglamentos, que ponen el acento sobre el control (de las instancias financieras, por ejemplo) y dejan poco espacio a la responsabilidad de los agentes que tienen, en principio, la iniciativa en el sistema. En nuestro trabajo *Les voies du succès* esbozamos un análisis de este tipo que merecería ser continuado.

El comportamiento con respecto al riesgo en la investigación remite al de los campesinos ingleses en el siglo XIX, tal como es interpretado por McCloskey (1976).⁴ ¿Por qué los campesinos rechazaron durante largo tiempo el reagrupamiento de sus pequeñas parcelas de tierra?, ¿por qué esta preferencia por la dispersión sobre todo el territorio de la aldea, lo que implica mayores costos en transporte, en tiempo y, a mediano plazo, en rendimiento? Sin entrar en detalles, el argumento del autor es el siguiente: los campesinos que estaban a menudo al límite de la hambruna aceptaban un rendimiento medio más bajo. Una esperanza pobre, pero su estrategia tenía la ventaja de reducir los riesgos de desastre (si una parcela rendía mal –tormentas, granizo, enfermedades, insectos– se podía esperar que otra rindiera mejor si estaba lo suficientemente lejos). La media era ciertamente más baja,

⁴ El modelo fue elaborado para Inglaterra, pero el autor expresa explícitamente que puede aplicarse a otros países. Marc Bloch, en *Les caractères originaux de l'histoire rurale française* (1931) percibió correctamente que una de las razones de la preferencia por la dispersión de las parcelas era la disminuir el riesgo de accidentes.

pero la varianza era menos elevada, y se trataba sobre todo de evitar el piso de la catástrofe alimenticia. Por supuesto, no se debe hacer bajar la media exageradamente, dicho de otro modo, no se debe dispersar demasiado las parcelas (hay allí un problema de punto óptimo, ya que la varianza y la mediana están ligadas a N , el número de parcelas).

No es seguro que la comparación de aquellos comportamientos con las estrategias de investigación pueda ser llevada muy lejos: las nociones de rendimiento, desastre, etc., están lejos de ser claras en el terreno de la investigación (para hablar mediante eufemismos), mientras McCloskey propone un modelo cuantificado. Pero aceptemos el lenguaje cualitativo, ya que ése es el plano en que nos situamos. Podemos notar, en primer lugar, que si un investigador dispone de recursos acumulados y de un crédito alto (cuya inercia hemos mostrado en otro trabajo, Lemaire *et al.*, 1972), puede darse el lujo de concentrar sus esfuerzos sobre un problema que juzga particularmente importante. El fracaso, no llegar a nada verdaderamente satisfactorio según los criterios reconocidos por la subcomunidad, o llegar demasiado tarde, detrás de otros, no afecta de manera significativa su crédito ante los demás. Y más aún si tenemos en cuenta que el término “problema” es impropio, ya que a menudo se trata de un conjunto de problemas en los que alguno o algunos son considerados como más centrales. En este caso, es raro que la dedicación a un problema no deje nada a quienes están bien armados intelectualmente y bien equipados. Pero sólo una muestra de casos precisos, estudiados cuidadosamente, podría mostrarnos lo que le cuesta a un grupo bien dotado de crédito jugar todas sus apuestas en un solo problema y no tener “éxito”. Es probable que el costo no sea el mismo para un “éxito” ambicionado por todos los otros (el caso de una revolución en un sub-campo por ejemplo o, sin utilizar una expresión tan polisémica y trillada, el caso de un problema en el que todos los grupos e investigadores en competencia *con-cuerdan en reconocer* como central para la continuidad del trabajo) que para un éxito que no presente ese mismo grado de centralidad (¿habría, en uno de estos casos, un equivalente al desastre para los campesinos?). Es necesario reconocer que no sabemos nada o casi nada sobre estos puntos.

Retengamos solamente que las estrategias que implican correr un riesgo pueden variar de acuerdo con el crédito acumulado por los agentes de investigación.

Pero, a la inversa, correr un riesgo —o no evitarlo— es frecuente en los investigadores que, sin tener “crédito”, están en una posición tal que un fracaso inicial no perjudicará el curso de sus carreras. Demos tres ejemplos. Cuando Watson (véase Watson, 1968) se dedica junto a Crick a la estructura del ADN, tiene 23 años. No hay dudas para él, si creemos a su relato retros-

pectivo, de que el problema es susceptible de recibir una solución en un tiempo razonable, y que esta solución valdrá el Premio Nobel. Pero es necesario contar no solamente con el laboratorio de Wilkins, que tiene un avance considerable, sino también con el del ilustre L. Pauling, del que todos sabían que estaba interesado en el problema. En su libro, Watson cuenta que era perfectamente consciente del posible fracaso de su empresa, pero que era lo suficientemente joven como para que eso no afectara su carrera (lo que no era similar para Crick, que tenía ya 35 años y no había terminado todavía su tesis). El segundo ejemplo está ligado al descubrimiento del “*Spin*” por Uhlenbeck y Goudsmit en 1925; Goudsmit y Uhlenbeck relatan las condiciones de este descubrimiento en 1976 (la distancia de 50 años entre el relato y los acontecimientos nos obligaría a examinar de manera crítica el relato, cosa que no podemos hacer aquí). Sus primeros cálculos fueron severamente criticados por Pauli, y Lorenz permanecía al menos escéptico. Uhlenbeck se apresura a ver a Ehrenfest, su jefe (Uhlenbeck, 1976), para rogarle que no haga nada con el texto que le habían remitido: había que esperar, debían rehacer algunos cálculos. Pero Ehrenfest ya había enviado el artículo para su publicación a *Naturwissenschaften* y sabía que aparecería, en esas condiciones, en muy poco tiempo, por lo que ya era demasiado tarde. Para consolar a Uhlenbeck, Ehrenfest pronuncia, al parecer, la siguiente frase: “Ustedes son suficientemente jóvenes como para permitirse decir una tontería”. Esto quiere decir, como para el caso de Watson, que no se tendría con las personas jóvenes el mismo rigor que con las personas mayores, en las que la reputación estaba más afirmada. Pero la juventud no es aquí una categoría de análisis, y un buen número de “descubrimientos” o de “soluciones” (grandes o pequeñas, esto es un problema de evaluación) vienen de, o son propuestas por, investigadores que aún no están establecidos, que están en los márgenes del sistema, en su periferia. Para continuar la metáfora del centro y la periferia, recordemos que las personas que están en el centro pueden también decir estupideces, como en el caso de Pauling durante sus trabajos sobre el ADN, cuando cometió un error grosero de química elemental. Watson y Crick se pusieron tan contentos de ese error que hicieron un brindis por el fracaso de Pauling.

En cuanto a Watson, observemos que escoge un problema (la estructura del ADN) considerado entonces como central. La utilidad de la solución puede ser muy grande en el terreno científico, a menos que la estructura no permita explicar de manera satisfactoria las propiedades del ADN. La probabilidad de arribar primero a la solución es muy débil e involucra, por tanto, un riesgo muy elevado. Pero Watson se apoya en una hipótesis científica (estructura helicoidal) para la que no hay hipótesis alternativa, lo que signi-

fica que la hipótesis helicoidal no puede ser invalidada y que los fracasos no echarán luz sobre el problema. En fin, elige un método que trabaja con un “modelo mecánico”, una representación de las moléculas como bolas unidas entre ellas mediante tallos (las ligaduras), en tanto que investigadoras como R. Franklin optaron por un examen de espectrografía de rayos X. Su estrategia, por tanto, es mucho más riesgosa y él lo sabe perfectamente (con la condición, por supuesto, de aceptar su relato sobre todos estos puntos): la probabilidad de tener éxito es escasa (aun cuando no dude de sus talentos) y la probabilidad de llegar primero también es muy débil.

Si examinamos otro caso, el de M. Jouvet (véase Lemaine *et al.*, 1977), vemos que él, un recién llegado en los estudios del sueño, y trabajando en un laboratorio desprovisto de tradiciones y de capital en el campo, opta rápidamente por una dirección de investigación novedosa: la neurofisiología húmeda, esto es, la hipótesis muy general de un mecanismo neurohumoral del sueño paradójico. Es cierto que haber puesto en evidencia la atonía de los músculos de la nuca durante el sueño paradójico le otorgó una cierta autoridad en la comunidad, autoridad reforzada por haber determinado la localización pónica de la estructura responsable de la fase paradójica. Y precisamente, esa reputación de principios de la década de 1960 podía ser capitalizada perseverando en trabajos neurofisiológicos clásicos. Pero Jouvet adopta y desarrolla la teoría de los tres estados (vigilia, sueño lento, sueño paradójico) para diferenciarse, como él mismo lo señala, de los “unicistas”, en particular de Hernández Peón. Privilegia la fase paradójica, estudia su filogénesis y su ontogénesis, examina el efecto de los antidepresivos (pese a su desconfianza de neurofisiólogo dedicado a localizar mecanismos en estructuras bien determinadas —por destrucciones, seccionamientos—, opuesto al carácter global e impreciso de la farmacología). Los trabajos de farmacología, no concluyentes, van de la mano de un esfuerzo teórico sobre el papel de los mediadores químicos, pero no suplantando a las investigaciones clásicas de la localización. Todo ocurre como si, al resguardo de esos trabajos, Jouvet se preparara a percibir, antes que el resto, el aporte de los trabajos de la escuela sueca para el campo del sueño (puesta en evidencia de las neuronas mono-aminérgicas en el tronco cerebral gracias a la técnica de histofluorescencia).

Vemos así que Jouvet, investigador joven relativamente marginal si lo comparamos con aquellos que trabajan en algunos laboratorios de los Estados Unidos (el de Kleiman, por ejemplo), dobla su apuesta pero con una cierta prudencia. Su estrategia, que debía tomar en cuenta las dificultades propias del campo (teoría, técnicas...) y la existencia de un pequeño grupo reunido en torno de él, no es la misma que la de Watson en cuanto al riesgo. Es interesante, a su vez, señalar que Watson dice de sí mismo que era un mal

químico, y que Jouvet no era un bioquímico. Añadamos que, aun cuando Jouvet pone en evidencia la atonía muscular, no conocía nada de la literatura sobre el sueño. Podemos por tanto preguntarnos, con algunos investigadores, si una información “demasiado” avanzada no es nociva para la invención (“en algunos casos”, pero nuestra ignorancia es casi total y ¿qué significa “demasiado”?). Saber “demasiadas” cosas permitiría encontrar fácilmente las explicaciones *ad hoc* para las “incoherencias” o las “irregularidades”, y reforzaría, de alguna manera, la tendencia a la ciencia normal.⁵

ELECCIÓN, FORMACIÓN Y TÉCNICAS. EL MIEDO AL FRACASO

Escribíamos más arriba que probablemente sea difícil encontrar el equivalente del “desastre”, pero nos parece que está fuera de duda que los agentes de investigación buscan preservarse del fracaso, o, más exactamente, de aquello que “definen”, en un contexto particular, dadas sus propias aspiraciones, la competencia, etc., como un fracaso. Citemos el caso de un profesor de física que nos confiaba que su “miedo” a no ser capaz de continuar produciendo ideas y resultados “interesantes” lo incitó a abandonar el CNRS, es decir, la investigación de tiempo completo, a cambio de las tareas de enseñanza (a veces agobiantes) que podían justificar, para sí mismo y para los otros, su presencia en el laboratorio y en la microcomunidad de la que se sentía miembro. Muchos investigadores nos han confiado, por otra parte, que una actividad de enseñanza permitía soportar mejor los “fracasos”. Señalemos el evidente papel capital de la formación en la disposición a correr un riesgo. La “inocencia” de la que hablábamos a propósito de Watson y Jouvet permite, algunas veces, la audacia (Watson, sin embargo, disponía en Cambridge de un sustento de primer nivel), pero éste no es seguramente el caso general.

Podemos encontrar, a la inversa, que el sentimiento de falta de un conocimiento particular es inhibitorio y paralizante para escoger nuevas orientaciones. Por ejemplo, un director de laboratorio en biología se sentía completamente superado por la introducción de nuevas técnicas en su terreno. Este director, profesor de Universidad, no podía decidirse a afrontar el problema que impone la colaboración entre investigadores y técnicos cuan-

⁵ En el campo del sueño, por ejemplo: en 1953, Aserinsky debía individualizar una fase de movimientos oculares rápidos y de ondas electroencefalográficas rápidas como la fase de los sueños. Señalemos que durante esta fase (llamada “paradójica” por Jouvet) es muy difícil despertar a quien está dormido. En cambio, los especialistas en electroencefalografía, dado que los patrones se parecían a los de la vigilia, tenían la tendencia a considerar ese sueño como ligero o superficial o como una cuasi-vigilia.

do el investigador ya no puede seguir al técnico en su propio campo. No se trataba solamente de los técnicos, por otra parte, sino también de los investigadores de los laboratorios vecinos que sí supieron adaptarse a las nuevas condiciones de investigación. Él no podía resignarse a organizar su laboratorio de manera diferente, a cooperar con grupos o investigadores exteriores, por temor a una pérdida de prestigio, a encontrarse en una posición de inferioridad cuando estaba en la cima de la jerarquía oficial (fenómeno bien conocido por aquellos que estudiaron las organizaciones).

Podríamos preguntarnos si la responsabilidad sobre un laboratorio puede ser, como en el caso comentado aquí, permanente. Si puede ser o si debe ser, considerando las ambiciones públicas de las instituciones de las que dependen los laboratorios. Ese director no podía aceptar colocarse en una situación de dependencia con respecto a los colegas que habían seguido mejor los progresos técnicos. Era necesario, por tanto, que algunos de sus colaboradores se formaran en las nuevas técnicas para que el laboratorio pudiera emprender investigaciones distintas de las que seguía su programa en aquel momento, y que él mismo reconocía como pasadas de moda. Como lo decía un investigador del mismo campo, el aprendizaje técnico es también cambio de ideas y descubrimiento de nuevos aspectos de los problemas.

PESO DE LA TÉCNICA Y JUEGO SIN RIESGO

Pero esta resistencia a la utilización de nuevas técnicas tiene otra razón, expresada por numerosos biólogos en el momento de la investigación: las técnicas a las que hacíamos alusión tenían (en ese momento), según los investigadores, el grave defecto de consumir mucho tiempo o, más exactamente, no permitir conseguir resultados rápidos. Por ejemplo, un investigador nos describía una experiencia sobre los vegetales donde debía utilizar sustancias radioactivas: hacía falta un día para realizarla y seis meses para analizarla (evidentemente, no hay que tomar estas afirmaciones al pie de la letra). Cuando una experiencia de ese tipo fallaba, señalaba, no era posible volver atrás, ya no se puede modificar, no se pueden utilizar los resultados hasta que se hayan terminado de analizar por completo, etc. Por supuesto, existe la impaciencia propia de la investigación (¿era buena la idea o no?), pero también el riesgo de un fracaso, riesgo que jamás se aceptará fácilmente si la presión de los juicios, evaluaciones y sanciones posibles es elevada. En otros términos, podríamos decir, por un lado, que el empirismo ya no se adapta al ritmo del pensamiento, y por el otro, que el fracaso se hace más severo tanto en el terreno cognitivo como en el social: carrera, evaluaciones negativas de la organización de un laboratorio o del grupo, y sobre el control que allí se

ejerce, etcétera.

El costo elevado y el excesivo retraso entre el momento de las hipótesis y los resultados no parecen favorecer la toma de riesgo. Ya no hay, por tanto, “pesca en aguas turbias”, lo que haría al investigador menos “inestable” en el terreno intelectual. No solamente en la física los investigadores tienen nostalgia de las experiencias realizadas “en el rincón de una mesa”, gracias a las cuales se podía verificar al fin de la jornada una idea de la mañana. Es más, es sobre todo en física, sobre todo en la física pesada, que el problema presenta mayor actualidad. Un físico proveniente de la *big science* y reconvertido a la biología nos decía que para hacer una experiencia hacía falta construir una máquina que costaba muy cara, esperar cuatro años que la máquina funcionara bien, y todo esto para hacer una curva que indicara que un valor numérico no era 2,177 sino 2,172. “Ya no pensábamos nunca en la física nuclear, éramos personas realizando experimentos [...] Me sobraban quince minutos por año para encontrar algo interesante en mi propio trabajo.” En aquel tiempo, él comparaba este tipo de investigación con la investigación de algunos biólogos amigos que tenían tres o cuatro ideas el lunes a la mañana, hacían los experimentos tres o cuatro días más tarde, y pensaban en otra cosa el viernes. Según él, no había nada imprevisible en física, el interés intelectual estaba completamente muerto, la mayoría del tiempo se pasaba previendo como iba a funcionar el aparato.⁶

No queremos encarar aquí una discusión sobre los problemas relativos a la división del trabajo, ya sea bajo la forma de la especialización o bajo la forma de la división entre agentes (investigadores, técnicos) de una misma organización para llegar a un objetivo definido. Recordemos solamente que los físicos vieron claramente, desde hace un largo tiempo, que la física pesada transformaba no sólo el trabajo sino “la categoría de hombres que le dieron origen: el físico” (A. Berthelot, 1960). Antes de ello, Joliot-Curie

⁶ Esto que está dicho aquí de manera polémica, refiere a los experimentadores de la ciencia pesada y no a los “teóricos”. Si seguimos a Hagstrom (1965) y Gaston (1973), un teórico suele considerar que su trabajo es de una naturaleza más elevada y más decisiva que el de un experimentador, que no será, en muchos casos, más que un técnico de alto rango que aporta datos, por otra parte no siempre interesantes, a los que hay que encontrarles un sentido. (Muchos experimentadores que organizan un grupo para realizar una experiencia tendrían más bien tendencia a considerarse, en ciertas etapas, como investigadores-administradores o *entrepreneurs*, pero ese es otro problema de la “gran” ciencia.) El asunto se complica aún más cuando sabemos que hay más de un tipo de “teóricos”, desde el “fenomenólogo” que utiliza los resultados experimentales para construir modelos “locales”, al teórico “abstracto”, de fuerte cultura matemática, que no intenta construir modelos sino teorías lo más generales posibles, y que presenta a menudo una actitud bastante grande de “desprendimiento” (si podemos usar el eufemismo) con respecto a los datos de los físicos experimentadores.

(1958) había reflexionado de igual modo sobre “la transición de la escala artesanal a la escala industrial” en física nuclear, y mostraba que las exigencias técnicas habían modificado profundamente el trabajo de investigación, tanto por la invención de un personal técnico numeroso como por la disminución de la libertad del físico que ya no podía, como antaño, realizar experimentos “para ver”, “proceder por ensayo”, dado el costo de las operaciones en máquinas y hombres. En otros términos, el gran equipamiento impediría la investigación de alto riesgo, y sobredeterminaría de alguna manera una actividad de ciencia normal. Esto es igual, por otra parte, a lo que decía Joliot en un texto muy significativo, en tanto observaba que antes de la guerra “el investigador podía dar libre curso a su originalidad creadora. Podía, sin grandes gastos ni *riesgos* para sus compañeros de laboratorio, progresar por ensayos progresivos” (el resaltado es mío, G. L.). Actualmente “siente su responsabilidad fuertemente comprometida para emprender un trabajo. Experimentar con pocas posibilidades de éxito ‘para ver’ presenta dificultades reales”.

En un artículo sobre el trabajo en equipo y el trabajo individual, Kowarski (1962), que también conoció la investigación atómica liviana de pre-guerra y la investigación pesada como la realizada en el CERN (Centre Européen de la Recherche Nucléaire, Centro Europeo de Investigación Nuclear), confirmaba completamente el punto de vista de Joliot sobre el riesgo: “La mayor responsabilidad financiera introduce otra deformación: la prudencia comienza a prevalecer y aparece la tentación de jugar seguro”.

El “peso” de los ensambles técnicos tiene lugar en un contexto social cuyo papel no podría subestimarse. La tecnología no es, por supuesto, independiente del tamaño de las unidades de investigación: en general, el personal de laboratorio será más numeroso cuánto más pesada sea la tecnología. No se puede tener un tamaño cualquiera, por ejemplo, sino en razón de los servicios que impone el funcionamiento de un acelerador, su mantenimiento, etc. Y el tamaño tiene su importancia si se lo piensa en relación con las filas de espera y en el retraso que deben sufrir ciertos trabajos que, pese a las evaluaciones muy “serias” de los proyectos, no pueden no estar marcados por el espíritu burocrático de la ciencia pesada.

¿De qué orden son estas decisiones que conducen a que un laboratorio involucre, por ejemplo, más de cien físicos y un número aun mayor de técnicos? Del “esfuerzo” de invertir en la ciencia con equipamiento pesado deriva, nos parece, todo un conjunto de demoras y decisiones que no tienen más que una relación lejana con la decisión inicial sobre la ciencia que queremos hacer. Por ejemplo, se desea que el aparato sea utilizado al máximo, produzca el máximo de resultados (por tanto el máximo de “*papers*”) en rela-

ción con la inversión inicial. La introducción de consideraciones de “rentabilidad” en un campo de actividad en el que fueron habitualmente (o son en principio) rechazadas no tiene nada de obligatorio, pero todo tipo de fuerzas políticas o sociales juegan en ese sentido.

Poblar el laboratorio de manera densa será justificado por la “tecnología”, pero también por la importancia del programa del laboratorio (que podemos “equipar” a gusto), por el hecho de que la calidad va junto con el logro de una masa “crítica”, que una cierta heterogeneidad de los programas es deseada para el éxito. Argumentos razonables, se dirá, pero que no pueden disimular el hecho de que, aun en este terreno, las instancias de evaluación y de decisión razonan *en términos de economía de escala*. Todo esto no es inocente ni para las organizaciones de investigación ni para la “ciencia”, para la actividad de investigación y sus productos. La preocupación por la rentabilidad que, en la ciencia pesada (el lector podrá generalizarlo a otros sectores), conduce a la utilización máxima de los dispositivos técnicos y, como consecuencia, a las filas de espera, ¿es verdaderamente funcional para la ciencia y para un laboratorio, si admitimos que una experiencia particular puede revelarse central para el campo en cuestión y decisiva para el renombre del laboratorio? Sabemos que los experimentos “grandes”, o que simplemente conllevan un largo tiempo de análisis e interpretación, juegan como una amenaza para la producción de los investigadores, su promoción, su “visibilidad”, y estimulan poco, en general, la investigación de alto riesgo (aquella que podría no producir ningún resultado publicable, por ejemplo).

Añadamos a lo anterior lo que dijimos sobre la preocupación por la prioridad, para preguntarnos si todo un conjunto de factores políticos y sociales no juegan a favor de estrategias de prudencia; si no sobredeterminan también allí la ciencia normal, bien señalizada por los paradigmas tranquilizadores que ofrecen un rendimiento “satisfactorio”. La controversia entre Kuhn y Popper a propósito de la ciencia normal (Lakatos y Musgrave, 1970) puede, entonces, ser repensada desde esta visión, y no es seguro que las inquietudes de Popper sobre la ciencia contemporánea sean, desde este punto de vista, infundadas. La ciencia hipernormal no es “deseada” por los agentes sociales, pero es una consecuencia de las decisiones que toman.

CENTRO Y PERIFERIA. ESTRATEGIAS CONSERVADORAS Y DE DIFERENCIACIÓN

Los estudios sobre la ciencia (históricos, sociológicos...) muestran que la investigación es extremadamente atormentante, pero que los tormentos no son los mismos para todos los actores. Aquellos que operan en un campo que ellos

mismos definieron, en un campo que fue reconocido porque ellos pudieron hacerlo reconocido, al que pudieron atraer a alumnos y colegas, en un campo que recibe los favores de las instituciones de financiamiento y eventualmente de las editoriales (y de los editores), no tienen los mismos tormentos que los marginados, marginalidad relativa al campo de estudio, a su inserción social, a su posición personal. Pero no caigamos ni nos dejemos atrapar por los encantos, muy usados sociológicamente, de la ideología del centro. Como si (como lo dejamos prácticamente entrever) los investigadores, todos los investigadores, los que participan de lo que llamamos ciencia básica, sólo determinarán su estrategia de investigación y pensarán sus objetivos de trabajo por referencia a los juicios que puedan hacer los pares de su comunidad y, especialmente, los que se encuentran en el corazón del sistema, que de alguna forma hacen la ley y dicen lo que es correcto. Cuando uno estudia empíricamente los laboratorios y los grupos de investigación, y se realiza el esfuerzo de “seguirlos” durante varios años, uno puede ver que las trayectorias de los grupos e individuos son cambiantes, que son frecuentes las estrategias de diferenciación y el rechazo de las normas dominantes (conceptuales y metodológicas) y, después de considerar tiempos suficientemente largos, percibimos que el éxito y el reconocimiento están, a veces, al final de un largo rodeo. El costo que pueden tener estos rodeos (que implican que uno mismo es capaz hacer la ley y decir lo que es correcto) es algo difícil de imaginar para las personas que están en los márgenes. Y esta dificultad es mayor aún si tenemos en cuenta que el reconocimiento no está garantizado al principio del camino, y que existen muchos factores que pueden impedirlo: la capacidad de los más dotados de apropiarse el trabajo y las ideas de los otros, como observó correctamente Nicolle,⁷ la tentación de dejarse “capturar” (como dice R. Pagès) por los trabajos y teorías bien establecidas, el hecho que sólo los ricos reciben préstamos (“Efecto Mateo” de Merton, 1968).

Dicho esto, no somos ciegos al fenómeno del “centro”, y creemos haber mostrado (Lemaine *et al.*, 1977) la manera en que psicólogos y psicofisiólogos se dejaron fascinar por la hipótesis de Dement sobre los efectos de la privación del sueño REM (o hipótesis de los sueños).⁸ Esta hipótesis “evidente” provenía del psicoanálisis que, a su vez, la había tomado de una tradición médica muy antigua: la que sostenía una equivalencia entre la locura

⁷ Es interesante notar que la sospecha de robo no destruye una reputación, cosa que sí hace la sospecha de falsedad.

⁸ Sueño REM: *Rapid Eye Movement*, fase del sueño en el que se registran movimientos oculares rápidos (en español sueño REM, o sueño paradójico).

y el sueño, y que durante la vigilia se produce un desplazamiento de las experiencias oníricas negativas. Que esos presupuestos hayan tenido un gran apoyo empírico no puede disimular el hecho de que la hipótesis había sido formulada por Dement y Fisher (en Nueva York), que Dement había retomado y desarrollado los trabajos de Aserinsky y que ambos fueron alumnos de Kleitman en Chicago, la Meca de los estudios sobre el sueño desde de la década de 1920. Pero no hay que olvidar que, durante ese tiempo, mientras decenas (o más bien centenas) de investigadores en los Estados Unidos agotaban su energía e imaginación en determinar los efectos de la privación selectiva del estado onírico o del sueño REM (las interpretaciones y el lenguaje varían con el tiempo), en Lyon, Jouvét elaboraba la teoría mono-aminérgica del sueño, y se aseguraba así una posición que no sería cuestionada durante muchos años. Podríamos decir que, en esa época, Jouvét disponía del “crédito” suficiente para tomar riesgos pero también podríamos sostener que, a la inversa, la posición adquirida podría no comprometerlo a doblar o triplicar su apuesta. La verdad es que no conocemos exactamente cuáles son las configuraciones de situaciones en las que los agentes sociales aceptan tomar riesgos o, por el contrario, deciden ser prudentes.

En todo caso, existen otros casos además de los situados en el “centro”, o donde existe el mayor “capital”, en términos de Bourdieu (1976). En un campo que conocemos bien, el de la influencia social, recordemos que numerosos trabajos cuestionaron seriamente, luego de muchos años, la teoría del “crédito personal” de Hollander (1958), que es el ejemplo perfecto de lo que antes denominamos la ideología del centro. Los condenados de la tierra a veces hacen revoluciones. Y recordemos aquello que dijimos más arriba de los agentes que podían permitirse errores y decir “tonterías” por el solo hecho de que su posición era “aún” marginal.

En las páginas anteriores hemos insistido sobre el miedo al fracaso, las elecciones protegidas, la toma de riesgo, la “dispersión” del riesgo, lo que nos condujo inevitablemente a rechazar las ingenuidades psicológicas o psicosociológicas de numerosos autores que se interesan en la investigación. Si queremos comprender las estrategias de los investigadores es necesario, por supuesto, apartarse del modelo del agente racional que no busca sino maximizar su ganancia con el menor esfuerzo. Este modelo, visto desde un cierto ángulo, es el punto de vista de Kuhn, en tanto los investigadores agotan el paradigma antes de tomarse el trabajo de reflexionar o de cuestionar los fundamentos de su disciplina. Pero es necesario también prestar atención a todo un conjunto de otros agentes, a las instancias de juicio, el peso de algunos condicionamientos en cuanto al tiempo, a las sanciones materiales y simbó-

licas esperadas. Todos esos factores no son independientes de la posición (central o periférica) ocupada en el campo, de la formación, etc., y, evidentemente, de factores personales de los que no sabemos lo suficiente como para hablar de ellos, y nadie sabe lo suficiente, sobre todo si se los pretende articular con los factores precedentes. *La constitución de un campo de elección*, nunca cerrado del todo, siempre en movimiento, es algo extraordinariamente complejo en el caso de la investigación. Nosotros no disponemos de otra cosa que descripciones, modelos cualitativos locales que pierden fácilmente su estabilidad ni bien consideramos nuevos factores. Es mejor evidenciar estas limitaciones que pretender que no existen, tentación de la que no siempre somos capaces de huir.

Hemos evocado las elecciones “silenciosas”, es decir, el caso de los investigadores que tienen un doble registro del trabajo, el trabajo manifiesto que los hace existir en el sistema, y aquel que se cultiva a la sombra del primero, y sobre el cual descansan a menudo las esperanzas. Por supuesto, ese tipo de estrategias se observan allí donde es posible disimular una parte de su actividad, es decir, sobre todo en la investigación liviana (a verificar en otra parte). ¿Quién podría decir cuánto tiempo y esfuerzo se invierten en actividades de las que la comunidad científica no escuchará hablar jamás, proyectos que nunca llegarán a nada, o al menos no llegarán más que a un beneficio o información personal que será usada en otros trabajos?

Este tipo de empresa no debe ser confundida con los trabajos de los que “se sabe” que no fueron publicados por no ser “concluyentes”, pero a los que el investigador apelará en discusiones tanto en el laboratorio como fuera de él.

La estrategia de disimulación procede, sin duda, del deseo de colocarse al abrigo de las críticas destructivas que los colegas relacionados pudiesen formular a las investigaciones “condenadas de antemano”. Esas críticas pueden ser fundadas o no, pero es necesario no descuidar que los otros son, además de una fuente de información, una causa de perturbación de las convicciones íntimas, y de una lógica que no pertenece a la lógica (pese a Popper, mantenemos que es necesario abocarse al estudio del nacimiento de las conjeturas). Es allí, sin duda, donde mejor podríamos observar cómo juegan algunas “normas” de la comunidad, normas indecibles la mayoría de las veces, más fuertes en un contexto que en otros (tal disciplina, tales instancias de juicio –¡si pasan su tiempo en eso!–, tales países) y cuya explicitación podría mostrar hasta qué punto el trabajo de investigación es reprimido por un medio en principio abierto a todas las audacias. Podemos, en este contexto, hablar legítimamente de los efectos de composición o de agregación (Boudon, 1977) de las estrategias de los agentes de investigación, agentes individuales o colectivos (para un psicólogo sería vano no referirse sino a actores indi-

viduales: es necesario dar cuenta de los procesos de influencia, de poder en el interior de los grupos). Como lo hemos mostrado, diferentes factores contribuyen a afectar el campo de elección en una dirección conservadora, bajo el sobreentendido que los investigadores no deben simplemente “optar”, sino elaborar.

Si los actores independientes tienen tendencia a protegerse en el mismo sentido evitarán, tal vez, lo que consideran un “desastre”, pero se opondrán a las expectativas de los políticos y de ciertos ideales de la comunidad que son también, en principio, los propios.

Tendemos a creer que, en general, los agentes no son ciegos a los efectos que sus estrategias tienen para sí mismos y para la “ciencia”; los efectos sólo serían perversos para los agentes de otro nivel, aquellos que creían elaborar una “buena” política, aquellos que la contradicen en nombre de esas mismas ambiciones, y que definen las situaciones en términos de condicionamientos, de costos y recompensas, de forma tal que la estrategia conservadora es, en promedio, pero solamente en promedio, la mejor posible.

Algunos, tal como vimos, toman en cuenta el tiempo y los efectos que esas decisiones tienen a largo plazo o, si se quiere, de los efectos posibles a largo plazo de las decisiones de alto riesgo. Y como esas consideraciones encuentran su lugar en un medio social fuertemente heterogéneo (pensemos en la formación, en las protecciones institucionales, etc.), las estrategias de alto riesgo pueden ser estrategias de diferenciación en el sentido estricto del término (disimuladas o no, eso depende de muchos parámetros).

Esas estrategias pueden ser asunto de un mismo actor (a veces es difícil detectar la estrategia de diferenciación “silenciosa”) y todo nos hace creer que las podríamos encontrar a ambas en las diferentes comunidades nacionales. En el plano político, si adoptamos por un momento el punto de vista de aquellos que abogan por un “frente” de la investigación, el problema sería saber cuándo y por qué la primera estrategia anula la segunda.

Si un actor se oculta, en muchos casos se debe a que emprendió el largo camino de la diferenciación, esto es, la elaboración, sin crítica ni competencia, de un campo amplio o restringido, con mayor o menor cercanía al campo de origen, en el que podrá tener una posición no cuestionada, distinta de aquella de los otros agentes ocupados en las dimensiones y problemas que él ya abandonó. Este comportamiento de creación de campos nuevos es permanente en la ciencia, pero pensamos que los sociólogos no siempre percibieron que su origen estaba a menudo referido a una amenaza para la identidad social. Esta voluntad de separarse, de volverse incomparable puede, o no, “salir a la luz”, según se sea capaz o no de poblar, ni demasiado temprano ni demasiado tarde, el espacio creado. Esto supone que se está

en condiciones de mostrar (en un segundo momento, luego de la fase secreta) que los “límites” del nuevo campo no han podido, y no pueden, ser alcanzados por aquel que fue desplazado o renunció a jugar el juego en un universo que juzgaba amenazante. Como nuestro análisis se nutre de esos juegos sumamente discretos que, originados en el margen devinieron (no siempre, lo dijimos) en juegos del centro, es necesario entonces ser reservado en cuanto a la idea siempre metafórica de un centro y una periferia estables, sobre todo en algunas disciplinas. La creación continua es desplazamiento continuo de aquello que podría ser considerado como centro o como más o menos central, y como periferia. Y eso no solamente para los problemas, los “objetos”, sino también para los actores mismos, los investigadores. Ese desplazamiento, esa deriva incesante de los espacios donde trabajar, se opone a la estabilidad, a la ortodoxia que protege, al menos en principio, la naturaleza, el contenido teórico o metodológico del “paradigma” al que nos referimos (a condición, por supuesto, de que ninguna autoridad ya sea política o científica defina de antemano los juegos que pueden ser jugados). Y es ahí donde se revela, para un estudio de las “elecciones”, la necesidad de considerar el tipo de sistema social en el que se libra la competencia: ¿cuál es la naturaleza de los lazos entre los actores de la investigación y las instancias que juzgan y sancionan?, ¿esos lazos les permiten *al menos* la posibilidad de un sistema policéntrico?

En algunos campos de las ciencias sociales, en los que casi todo contenido es “aceptable” y al mismo tiempo recusado por las escuelas rivales, el papel de las “autoridades” adquiere ribetes a veces sorprendentes. Digamos que se puede oscilar entre el dejar hacer y la dictadura. Estas observaciones nos permiten comprender mejor la obsesión por un centro único de autoridad en un autor como Polanyi, y su metáfora de la mano invisible (1962), aun cuando no acordemos con su enfoque normativo. La comparación que conduce al desplazamiento, a la divergencia, a la exploración de problemas y de campos “negados” o juzgados poco interesantes por una ortodoxia, puede dar cuenta del abandono de modelos no agotados, en el sentido de Kuhn, en beneficio de modelos más prometedores en el plano de la producción y de la visibilidad (muchos investigadores nos confiaron que su preferencia eran los temas vírgenes o poco explorados). Eso no es una garantía “de interés”, los temas inexplorados pueden ser provisoriamente inaccesibles o difíciles de tratar con los instrumentos de los que se dispone, pero siendo las cosas iguales para los demás, se minimiza la competencia. Si el campo es verdaderamente esotérico en el período considerado, el reconocimiento podrá hacerse esperar; lo cual no será grave para aquellos que estén persuadidos de que tomaron el camino correcto.

Por tanto, una reflexión sobre la “ciencia normal” conduce a preguntarse sobre la fuerza de los factores psicosociales que alientan la toma de riesgos o, a la inversa, las estrategias conservadoras. ¿Cuáles son las características organizacionales, institucionales, pertinentes que varían para una “misma” disciplina de un momento a otro o que varían, para un mismo período, de un campo científico a otro? ¿Por qué existen, después de todo, períodos ricos en “revoluciones” y otros pobres? ¿Es por causa de las características de los campos en el plano cognitivo, y solamente en ese plano? Ya lo dijimos, la demografía debe jugar su papel, la competencia, la saturación, la transferencia de especialistas, de nociones, de técnicas de un campo a otro (pensemos en la llegada de los físicos a la biología, Delbruck por ejemplo; véanse Mullins 1972 y Thuillier 1972), la investigación de “plazas vacantes”, etc. Todo eso nos coloca finalmente muy lejos de un análisis cognitivista al estilo de Kuhn, historiador y epistemólogo. Él mismo transfirió en forma ingenua su modelo de la ciencia normal y de la revolución de los presupuestos de la psicología gestáltica.

Insistamos una vez más sobre el hecho de que un cierto tipo de organización y la irracionalidad que le es constitutiva conducen a reforzar aquello que podemos seguir llamando, por comodidad, la ciencia normal y los paradigmas (de allí las inquietudes de Popper). A la inversa, hemos visto cómo, en un sistema “no centrado”, las estrategias de diferenciación minan las ortodoxias, desplazan de manera permanente los espacios de producción que “cuentan”, refuerzan o debilitan las posiciones de los actores, etc. Es de este movimiento continuo, producto de la acción de los investigadores, del que nos resulta difícil hablar, y del que aún sólo hemos puesto en evidencia ciertas estrategias.

CIENCIA NORMAL Y SOCIOLOGÍA DE LA CIENCIA

En un texto anterior intentamos explicar (Lemaine *et al.*, 1979) la adopción entusiasta del modelo o de las tesis de Kuhn por un gran número de sociólogos de la ciencia. Quisiéramos aquí insistir simplemente sobre el papel de un factor tal vez decisivo, pero del cual resulta inconveniente hablarles a los sociólogos. A partir del momento en el que se define 1) la científicidad por el paradigma y la ciencia normal y 2) el paradigma y la comunidad científica de manera circular, es más que tentador pensar que las ciencias humanas, la sociología y por qué no la sociología de la ciencia misma, con sus comunidades, sus canales de difusión, sus curvas exponenciales de crecimiento, sus “paradigmas” (al menos metodológicos) constituyen verdaderas disciplinas, verdaderas ciencias o ciencias a secas.

Esa es una tesis hiperkuhnhiana que Kuhn sin duda no aceptaría, pero debemos reconocer que pudo ser interpretado de esa manera fácilmente. Esa tesis no conduce necesariamente a la tentación de promover su campo al rango de la “ciencia”; diremos que puede llevar a pensar y a escribir, a la inversa, que no hay diferencia fundamental entre la ciencia y la magia, y por tanto a justificar como “ciencia” un conjunto de prácticas en un marco compatible con aquello que definimos como ciencia normal.

Tomemos un ejemplo sobre este último punto para que podamos comprender mejor. Se trata de la discusión realizada por B. Barnes (1974) de la controversia, entre Jensen y Bodmer, a propósito de la estimación de la contribución de los factores genéticos y no genéticos en la variabilidad total de la inteligencia fenotípica (medida por los tests de inteligencia y expresada por un coeficiente de inteligencia, CI). Recordemos solamente que para Jensen las variaciones tanto en una población como entre poblaciones (clases sociales o razas) están determinadas principalmente por factores genéticos. Sabemos las pasiones que ha levantado este artículo, y nos es imposible resumir aquí, siquiera brevemente, la literatura aparecida sobre este tema luego de diez años.

Barnes sólo se ocupa del artículo de Jensen (1969) y de dos artículos de Bodmer, uno de ellos en colaboración con Cavalli-Sforza (1970-1972). Jensen es un psicólogo con una formación en genética de las poblaciones. Bodmer y Cavalli-Sforza son dos genetistas. Los dos artículos de Bodmer son sobre todo artículos críticos que llaman a la prudencia: una medida de “heredabilidad” no vale más que para una población dada en un momento preciso, la “heredabilidad” medida para los blancos no puede valer para una población de negros, hace falta ser muy reservado cuando hablamos de medida de un medio o de equivalencia de los medios para poblaciones muy diferentes, en síntesis, las técnicas de análisis no son verdaderamente apropiadas y no disponemos de datos suficientes para ser tajantes en un sentido o el otro.

Grosso modo, Barnes considera que Jensen hace ciencia normal y que él es científico, y no Bodmer. Jensen, dice Barnes, utiliza dos tipos de “recursos culturales”: la psicología diferencial, la utilización de tests de inteligencia por un lado, y la genética de las poblaciones, por el otro. A su vez, Jensen conoce muy bien la técnica de los tests, y domina la genética de las poblaciones y las técnicas estadísticas de la disciplina, que no fueron criticadas por las personas del medio (“*by any significant body of opinion*”). Por tanto, decir que Jensen es racista está fuera de cuestión; quizás lo es, pero en tanto científico produce ciencia normal, en la que, según este autor, las creencias son consideradas como válidas o fundadas por referencia a precedentes culturalmente

establecidos (“*beliefs are judged as valid or well founded according to culturally established precedents*”, p. 130). La validación es una validación social que se crea en el interior de “tradiciones” y en referencia a “ejemplares”.

Para Barnes, los textos de Bodmer son inhabituales; cuando Jensen dice que algo es sugestivo, Bodmer dice que es poco concluyente. Su nivel de exigencia es demasiado elevado, demasiado escéptico, y podemos apostar que si se tratara de plantas o de ratas, Bodmer escribiría de otro modo (en el texto de Barnes, esta no es más que una hipótesis no demostrada). Bodmer intenta limitar la utilización de un modelo (que es también el suyo, en tanto genetista de poblaciones) cuando la extensión de los modelos y de los “ejemplares” en nuevos campos es una práctica corriente en ciencia. Según Barnes, podemos concluir que el trabajo de Bodmer se aparta de la práctica “normal” (“*from normal practice*”) y que su estilo de interpretación está determinado en parte por factores externos al ejercicio de la ciencia normal.

Ese caso es interesante puesto que muestra claramente hasta dónde puede ir el relativismo que siguió a Kuhn (con una carga, es cierto, de etnometodología), y hasta dónde puede llegar un autor en la justificación de la ciencia normal con sus “ejemplares”, sus redes y sus recursos culturales.

Lamentablemente para él, Barnes se equivoca en cuestiones de fondo. Su libro apareció en 1974, el mismo año que Lewontin y Layzer publicaron críticas destructivas al modelo utilizado por Jensen y aplicado a las poblaciones humanas (en un estilo que no tiene la cortesía de Bodmer). Esas críticas obligaron a Jensen a hacer un repliegue estratégico en 1976, momento en que escribió que no es necesario recurrir a análisis complejos de la genética cuantitativa para demostrar que el CI es altamente heredable: los estudios sobre los gemelos y los niños adoptados, realizados con las técnicas habituales de la psicología, habían aportado desde hacía mucho la prueba de que los factores genéticos intervienen de manera decisiva en las diferencias de CI entre individuos.

¿Pero qué fue de las diferencias entre grupos sociales y entre razas a las que Bodmer se había dedicado tanto, si no se trata más que de la utilización del concepto de heredabilidad en el interior de un grupo homogéneo? ¿Y qué fue de la plena seguridad de Jensen, que decía en 1967 que con el modelo de Fisher-Burt disponíamos finalmente de un instrumento científico incontestable para responder a la vieja cuestión de Galton sobre “*nature*” y “*nurture*”?* Es fácil ver en este ejemplo que Barnes no se tomó el trabajo de

* En inglés en el original; literalmente, “naturaleza” y “nutrición”. Refiere a la controversia entre quienes sostenían la preponderancia de los caracteres genéticos contra quienes sustentaban la preeminencia de los caracteres adquiridos. [N. del T.]

comprender qué es lo que estaba en juego en el debate, y que se equivoca completamente cuando habla de plantas y de ratas puesto que Bodmer simplemente intenta hacer comprender cuáles son las condiciones de utilización del modelo; modelo que es apropiado precisamente para las plantas y las ratas (entre otros), en condiciones enteramente controladas por el experimentador.

Barnes, por otro lado, no conoce la historia del campo, pues debía haber sido prevenido por las críticas de Hogben (1933), por citar un autor, al modelo de Fisher (1918), modelo elaborado para un fin concreto y que Burt y Jensen traspusieron al estudio de la inteligencia. Recordemos, finalmente, sin querer insistir demasiado, que en ese mismo año (1974), Hogarth mostró que, en el modelo de Fisher, el coeficiente de heredabilidad es poco sensible a la variación de otros factores cuando el coeficiente de correlación entre padres (*assortative mating*) supera un cierto valor. La elección preferencial, por supuesto, no es una invención de los estadísticos, pero es por una decisión del estadístico que el coeficiente observado juega el papel decisivo que tiene en el modelo (la elección preferencial en el casamiento es, para Fisher, de origen genético).

Es más que probable que Kuhn no se reconozca en esta justificación de la ciencia normal para la psicología diferencial, armada de conceptos que los practicantes comprendieron mal, utilizaron mal o utilizaron en un sentido favorable a una filosofía claramente eugenista. Pero lo que importa aquí no es que la interpretación totalmente relativista de Barnes sea escandalosa, sino que pone en evidencia el problema de la racionalidad que el autor quería precisamente evitar. Finalmente, es necesario notar que los presupuestos de Barnes lo llevan a adoptar una concepción extraña del trabajo científico; la reflexión crítica no parece formar parte de la empresa, a menos que esa exclusión se restrinja a aquellos que no pertenecen a la comunidad en sentido estricto. Lo que es evidentemente coherente con la tesis de las comunidades cerradas en torno a un paradigma, pero en contradicción flagrante con aquello que sabemos del desarrollo científico en casi todos los campos: las comunidades, las redes, no están cerradas sobre sí mismas y las teorías, los paradigmas están “abiertos” sobre otras teorías y paradigmas (véanse los trabajos de Holton, 1962 y Mulkay, 1975). Lo más extraño del caso es que Barnes es un partidario de la combinación de patrones culturales, de la extensión de las metáforas a otros campos, etc., hecho que implica un mínimo de apertura de las comunidades científicas sobre otras comunidades científicas. Pero el paradigma del paradigma lo lleva a otras conclusiones.

CONCLUSIONES

Si omitimos la descripción que intentamos hacer de la estrategia de diferenciación “silenciosa”, podemos decir que la mayor parte de las ideas concernientes a la diferenciación no son nuevas. Tomemos, por ejemplo, el libro de Mulkay (1972) sobre el proceso social de innovación, y veamos el capítulo 5 sobre el espacio social de innovación. El autor, que se refiere para su análisis al trabajo de Homans (1961), dice allí que los no-conformistas en ciencia tenderán a tener un rango elevado como investigadores, y un débil rango en la jerarquía social. El caso de Pasteur –que analiza en el libro– habla a favor de su tesis que dice: “[...] había pocas posibilidades de que la reputación de un investigador eminente fuera comprometida seriamente si adoptaba una hipótesis considerada como errónea, o incluso extravagante”.

Por otro lado, un investigador que tuvo éxito en un cierto campo de investigación corre el serio riesgo de ver, con el tiempo, disminuir las recompensas o el reconocimiento, si no pretende más que añadir precisión a problemas ya suficientemente trabajados (de todas maneras, lo sabemos, la precisión es en ciertos casos la condición mayor del progreso científico). Como señala Mulkay, el inconformismo será alentado a la vez por el hecho de que los problemas se hacen menos importantes o interesantes (o simplemente menos numerosos, hecho que, en una comunidad densa y para los investigadores *informados*, tiene un papel innegable).

Los nuevos investigadores, por su lado, debido a su formación y su posición aún marginal, no tendrán el mismo apego que los viejos hacia los problemas legítimos definidos por el paradigma. Ellos se dan cuenta rápidamente de que, si quieren llegar a ser eminentes, no tienen otro camino que la divergencia, y colocar su atención y sus esfuerzos sobre nuevos problemas o nuevos campos (para Kuhn aquellos que innovan verdaderamente son o bien los jóvenes o los recién llegados al campo, que no tienen la misma adhesión que los viejos a las prácticas y reglas del paradigma dominante). Para Hagstrom (1965), la competencia por el reconocimiento puede modificar el plan de investigación de un actor y desplazarlo hacia diferentes sectores de la investigación o, como postula Holton (1962), hacia nuevas zonas de ignorancia.

Hagstrom retoma numerosas veces esta idea, según la cual la competencia asegura la dispersión de los investigadores en el campo de las investigaciones posibles, de manera que también los problemas o los campos considerados como marginales o poco dignos de interés por la ortodoxia serán explorados. Lo que es interesante en el planteo de Hagstrom es que intenta asociar la noción de diferenciación a las estrategias de los agentes de

la comunidad científica, y a los factores sociales y organizacionales que operan en esta comunidad.

Ben David (1966) también había logrado ver, y describir, las estrategias “marginales” y los efectos de esas estrategias en el nacimiento de disciplinas o de campos nuevos. Los trabajos de Ben David no pueden ser resumidos en unas cuantas palabras (la hibridación del papel es un concepto central), pero es necesario recordar que en el caso de la fundación de la psicología experimental en Alemania en el siglo XIX, los fisiólogos, no habiendo triunfado socialmente (esa es la tesis, y Wundt es el prototipo), se crearon una identidad prestigiosa desplazándose hacia una disciplina mucho menos prestigiosa que la de su formación de origen.

Si queremos restringirnos a las estrategias de conformismo e inconformismo, o de adhesión y diferenciación, influenciadas por factores sociales que operan tanto en el nivel de la comunidad en su conjunto como en el plano organizacional, no podemos lanzarnos a un análisis de las concepciones del desarrollo científico, análisis que esbozamos en otra parte y que exigiría un comentario de los trabajos de Edge y Mulkay (1976), Dolby (1976), Mullins (1972), etcétera.

Para la perspectiva adoptada aquí, es más interesante volver un momento sobre lo que podemos llamar el fenómeno del centro. El análisis más bello sigue siendo el de Merton (1968) sobre el Efecto Mateo. Merton examina las consecuencias de dicho efecto (“porque a cualquiera que tiene, le será dado, y tendrá más; pero al que no tiene, aun lo que tiene le será quitado”) para la atribución de los méritos, el reconocimiento y la comunicación, entre otras, pero también para las estrategias de elección. También los jóvenes investigadores que vivieron en un “medio creador” (pertenecieron y pertenecen, aun de una cierta manera, a un medio emisor de primer plano) mirarán “muy alto”, se interesarán en los grandes problemas, en los “problemas capitales”, en los “problemas bellos” y no en los “problemas menores” de la ciencia normal. Las aspiraciones altas y la toma de riesgos de los jóvenes investigadores están calcadas de las prácticas de las personas eminentes con las cuales trabajaron, prácticas que operan como un modelo y están en la base de aquello que llamamos un estilo o una escuela. Es apostando sobre ciertas opciones, en la elección de ciertos rangos de problemas, que la reputación y la eminencia serán mantenidas, habida cuenta que el crédito acumulado, la inercia de las opiniones o la sobreestimación asociada a las posiciones adquiridas los protegen del sentimiento de (y del miedo al) fracaso (interpretamos aquí el texto de Merton en nuestro sentido).

Vemos que las estrategias de innovación fueron muchas veces descritas en la literatura de la sociología de la ciencia. Pero sería exagerado decir que se dio

cuenta del problema en su totalidad; en particular, nos parece que la descripción fina de las estrategias, asociada a un análisis del funcionamiento de las instancias de juicio y de las organizaciones de investigación, no fue llevada muy lejos hasta ahora. Fue abocándonos a este problema que pudimos discernir el comportamiento de diferenciación disimulado, que es mucho más frecuente de lo que habitualmente estaríamos dispuestos a creer. Este tipo de análisis nos condujo igualmente a realizar una descripción del fenómeno de la ciencia hipernormal, de la que ya habían hablado muchos investigadores que hicieron el esfuerzo de reflexionar sobre la evolución de su disciplina.

Falta la difícil tarea de asociar mejor de lo que nosotros pudimos hacer el trabajo del sociólogo con el del epistemólogo. Nuestra reflexión sobre un aspecto de la controversia entre Kuhn y Popper no es sino un primer paso en un terreno difícil, si pensamos, por ejemplo, en lo que nos podría enseñar una historia de los laboratorios científicos centrada en la estrategia y las elecciones de investigación.

Para terminar, diremos que la idea de ciencia normal sirvió a la sociología de la ciencia al menos de dos maneras diferentes. Es gracias a la influencia de Kuhn que los sociólogos de la ciencia en general pudieron liberarse del punto de vista neopositivista de Merton (véase Lecuyer, 1978) y, forzando el límite de las nociones de paradigma y comunidad, que algunos sociólogos de la ciencia pudieron creer que su disciplina era, después de todo, una ciencia como cualquier otra. Pero los criterios de definición de la ciencia no son, de esa manera, sino sociológicos. Posición que Kuhn, historiador de la física, no aceptó verdaderamente jamás, o aceptó en algún lugar para rechazarla en otro. Sus dudas, de las que hablamos en el texto, dicen mucho sobre la dificultad del problema. En el análisis que T. Pinch (1979)⁹ consagra al último libro de Kuhn sobre el nacimiento de la idea de discontinuidad en física a principios de siglo (Kuhn, 1978), el autor se pregunta por qué las nociones familiares de la epistemología kuhniana (ciencia normal, anomalías, crisis, inconmensurabilidad, etc.) desaparecieron de la obra, en tanto que el análisis detallado de la revolución de los cuanta ofrecía una oportunidad única de articular una investigación histórica con la epistemología que el mismo Thomas Kuhn elaboró. Las críticas de los historiadores y de los filósofos de la ciencia habrían hecho cambiar la posición que Kuhn tenía sobre la interacción de los factores cognitivos y sociales, y éste habría pura y simplemente vuelto al campo de los "internalistas". Se vuelve así, dice Pinch, a la división del trabajo entre los filósofos preocupados por los criterios de la buena cien-

⁹ Leído cuando nuestro artículo ya estaba redactado.

cia, y los sociólogos a quienes les quedaría el estudio de la utilización de esos criterios. Los territorios de la filosofía y de la sociología mertoniana de la ciencia serían nuevamente los que eran, y Pinch se pregunta si, después de todo, Kuhn era completamente consciente de las implicaciones radicales de las ideas formuladas en 1962. Pero Pinch recuerda oportunamente (p. 439) que Kuhn, de alguna manera, siempre fue un “internalista” de las ciencias desarrolladas (maduras). Desgraciadamente, no insiste sobre las incoherencias en la obra de Kuhn que implican, para nosotros, una dificultad intrínseca en la empresa. Es posible que Kuhn abandonara su obra de epistemólogo, pero también es posible que las dificultades de fondo, que se manifestaron particularmente en los trabajos de algunos sociólogos “hiperkuhnianos”, lo condujeran a un examen radical de sus concepciones, con el objetivo de llegar a una concepción epistemológica más satisfactoria. Su nuevo estudio de historia técnica, detallado, puede desempeñar un papel homólogo al de *La Revolución copernicana*, pero no podemos trabajar sobre todos los frentes a la vez. Nuestra conjetura será, por tanto, muy diferente a la de Pinch.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barnes, B. (1974), *Scientific knowledge and sociological theory*, Londres, Boston, Routledge and Kegan Paul.
- Ben David, J. y Collins, R. (1966), “Social factors in the origins of a new science: the case of psychology”, *American Sociological Review*, 31, pp. 451-465.
- Berthelot, A. (1960), “Les grands laboratoires de physique détruisent-ils les physiciens?”, *Sciences*, 10, pp. 20-24.
- Bodmer, W. F. (1972), “Race and I.Q.: the genetic background”, en Richardson, K. y Spears, D. (eds.), *Race, culture and intelligence*, Harmondsworth, Penguin.
- Bodmer, W. F. y Cavalli-Sorza, L. L. (1970), “Intelligence and race”, *Scientific American*, 223, pp. 19-29.
- Boudon, R. (1977), *Effets pervers et ordre social*, París, Presses Universitaires de France. [Versión en castellano: *Efectos perversos y orden social*, México, Premiá, 1980.]
- Bourdieu, P. (1976), “Le champ scientifique”, *Actes de la Recherche en Sciences Sociales*, 2-3, pp. 88-104. [Versión en castellano: “El campo científico”, *REDES: revista de estudios sociales de la ciencia*, vol. 1, N° 2, pp. 131-159.]
- Burt, C. y Howard, M. (1956), “The multifactorial theory of inheritance and its application to intelligence”, *British Journal of Statistical Psychology*, 8, pp. 95-130.

- Dolby, A. (1976), "Debate over the theory of solution: a study of dissent in physical chemistry in the english-speaking world in the late Nineteenth and early Twentieth Centuries", *Historical studies in the physical sciences*, pp. 297-404.
- Edge, D. O. y Mulkay, M. J. (1976), *Astronomy transformed: the emergence of radio astronomy in Britain*, Nueva York, Wiley Interscience.
- Feuer, L. (1978), *Einstein et le conflit des générations*, Bruselas, Editions Complexe. [Traducido del original: *Einstein and the generation of science*, 1974, Nueva York Basic Books.]
- Fisher, R. A. (1918), "The correlation between –relatives on the supposition or mendelian inheritance", *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 52, pp. 399-433.
- Gaston, J. (1973), *Originality and competition in science: a study of the British high energy physics community*, Chicago, The University of Chicago Press.
- Goudsmit, S. (1976), "It might as well be spin", *Physics Today*, pp. 40-43.
- Hagstrom, W. O. (1965), *The scientific community*, Nueva York/Londres, Basic Books.
- Hogarth, R. M. (1974), "Monozygotic and dizygotic twins reared together: sensitivity of heritability estimates", *The British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 2-7, pp. 1-13.
- Hogben, L. (1933), *Nature and Nurture*, London, William and Norgate.
- Hellander, E. P. (1958), "Conformity, status and idiosyncrasy credit", *Psychological Review*, 65, pp. 117-127.
- Holton, G. (1962), "Scientific research and scholarship. Notes toward the design of proper scales", *Daedalus*, 91, pp. 362-399.
- Homans, G. C. (1961), *Social behavior: its elementary forms*, Nueva York, Harcourt, Brace.
- Jacob, P. (1980), *L'empirisme logique. Ses antécédents, ses critiques*, París, Les Editions de Minuit.
- Jensen, A. R. (1967), "Estimation of the limits of heritability of traits by comparison of monozygotic and dizygotic twins", *Proceedings of the National Academy of Science of the United States*, 58, pp. 149-156.
- Jensen, A. R. (1969), "How much can we boost I.Q. and scholastic achievement?", *Harvard Educational Review*, 39, pp. 1-123.
- Jensen, A. R. (1976), "Heritability of I.Q.", *Science*, 194, pp. 6-8.
- Joliot-Curie, F. (1958), "Le nouveau centre de recherches fondamentales en physique nucléaire d'Orsay et la formation des chercheurs", *L'Age nucléaire*, 11, pp. 183-186.

- Kowarski, L. (1962), "Travail en équipe et travail individuel dans la recherche", *Industrielle organisation*, 31, pp. 175-179.
- Kuhn, T. S. (1978), *Black-body theory and the quantum discontinuity, 1894-1912*, Nueva York, Oxford University Press. [En castellano, *La teoría del cuerpo negro y la discontinuidad cuántica-1894-1912*, Madrid, Alianza, 1980.]
- Kuhn, T. S. (1976), "Mathematical vs. experimental traditions in the development of physical Science", *Journal of Interdisciplinary History*, 7, pp. 1-31.
- Kuhn, T. S. (1970), "Logic of discovery or psychology of research", en Lakatos, I. y Musgrave, A. E. (eds.), *Criticism and the growth of knowledge*, Cambridge University Press, pp. 1-24. [En castellano, *La crítica y el desarrollo del conocimiento*, Barcelona, Grijalbo, 1975.]
- Kuhn, T. S. (1970), "Reflections on my critics", en Lakatos, I. y Musgrave, A. E. (eds.), *op. cit.*, pp. 237-278.
- Kuhn, T. S. (1970), *The structure of Scientific Revolutions*, 2ª ed., Chicago, The University of Chicago Press. [En castellano, *La estructura de las revoluciones científicas*, México, FCE, 1975.]
- Law, J. (1976), "The development of specialties in science: the case of X-ray protein crystallography", en Lemaire, G. et al. (eds.), *Perspectives on the emergence of scientific disciplines*, París-La Haya, Chicago, Mouton, Aldine, pp. 123-152.
- Layzer, D. (1974), "Heritability analysis of I. Q. scores: science or numerology?", *Science*, 183, pp. 1259-1266.
- Lecuyer, B. P. (1978), "Bilan et perspectives de la sociologie de la science", *Archives Européennes de Sociologie*, 19, pp. 257-336.
- Lemaire, G., Matalon, B. y Provansal, B. (1969), "La lutte pour la vie dans la cité scientifique", *Revue Française de Sociologie*, 10, pp. 139-165.
- Lemaire, G., Lecuyer, B. P., et al. (1972), *Les voies du succès. Sur quelques facteurs de la réussite des laboratoires de recherche fondamentale en France*, París, Société des Amis du Centre d'Études Sociologiques.
- Lemaire, G. et al. (1977), *Stratégies et choix dans la recherche. A propos des travaux sur le sommeil*, París, La Haya, Mouton, Aldine.
- Lemaire, G. et al. (1979), *Noopolis. Les organisations de recherche: de l'atelier à l'usine*, París, ATP CNRS.
- Lewontin, R. C. (1974), "The analysis of variance and the analysis of causes", *American Journal of Human Genetics*, 26, pp. 400-411.
- Mc Closkey, D. N. (1976), "English open fields as behavior toward risk", en Usulding, P. (ed.), *Research in economic history: an annual compilation of research*, Greenwich-Conn., JAI Press, pp. 124-170.

- Matalon, B. (1972), "La structure des révolutions scientifiques", *Contrepoint*, 7-8, pp. 261-268.
- Merton, R. K. (1969), "La science et l'évangile selon Saint-Mathieu", *Le Progrès scientifique*, 136, pp. 16-37 (traducción de "The Matthew effect in Science", *Science*, 159, 5663. [En castellano, "El efecto Mateo en la ciencia", en Merton, R. K., *La sociología de la ciencia*, Madrid, Alianza, 1977.]
- Mulkay, M. J. (1972), *The social process of innovation*, Londres, Macmillan.
- (1975), "Three models of scientific development", en *The Sociological Review*, 23, pp. 509-526.
- Mullins, N. C. (1972), "The development of a scientific specialty: the phage group and the origins of molecular biology", en *Minerva*, 10, pp. 51-82.
- Nicolle, Ch. (1932), *Biologie de l'invention*, París, Alcan.
- Pinch, T. J. (con M. J. Klein y A. Shimony) (1979), "Paradigm lost? A review symposium", *Isis*, 70, pp. 429-440.
- Polanyi, M. (1962), "The republic of science; its political and economic theories", *Minerva*, 1, pp. 54-73.
- Popper, K. R. (1970), "Normal Science and its dangers", en Lakatos, I. y Musgrave, A. (eds.), *Criticism and the growth of knowledge*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 51-58. [En castellano: *La crítica y el desarrollo del conocimiento*, Barcelona, Grijalbo, 1975.]
- Thuillier, P. (1972), "Comment es née la biologie moléculaire", en Thuillier, P., *Jeux et enjeux de la science*, París, Laffont, pp. 111-141.
- Uhlenbeck G. E. (1976), "Personal reminiscences", *Physics Today*, pp. 43-48.
- Watson J. D. (1968), *La double hélice*, París, Laffont (traducido del original: *The double helix*, Londres, Weidenfeld & Nicolson, 1968. [En castellano, *La doble hélice*, Barcelona, Plaza y Janés, 1978.]

EL REALISMO CIENTÍFICO DE IAN HACKING: DE LOS ELECTRONES A LAS ENFERMEDADES MENTALES TRANSITORIAS

MARÍA LAURA MARTÍNEZ*

Resumen

En este artículo pretendemos trabajar acerca del realismo científico defendido por Ian Hacking, recorriendo el camino desde *Representar e intervenir* (1983), hasta *Rewriting the Soul* (1995), *Mad Travelers* (1998), *¿La construcción social de qué?* (2001) e *Historical Ontology* (2002).

A lo largo de este recorrido, analizaremos la faceta quizá más conocida del trabajo de este filósofo. Es decir, su denuncia del empobrecimiento de la filosofía de la ciencia al haberse concentrado en la teoría y la representación, y las consecuencias que ello ha tenido para el debate realismo/antirrealismo; y su propuesta de jerarquizar la intervención, la experimentación, y su defensa de un realismo de entidades, basado principalmente en dos argumentos: la intervención y la coincidencia.

En sus últimos trabajos, en los cuales se define a sí mismo como un nominalista dinámico, veremos cómo a través de las enfermedades mentales transitorias, propone, para trabajar en ciencias sociales, nociones como las de *make up people*, con la que pretende reflejar la adecuación entre las clases de seres y acciones humanas y su categorización. Por último, analizaremos su noción de efecto bucle de las clases humanas, esto es, la interacción entre la gente y las formas de clasificarla a ella y sus experiencias.

Luego de este somero recorrido, analizaremos algunos de los valiosos aportes de este filósofo, pero también cuestionaremos otros aspectos de su pensamiento.

PALABRAS CLAVE: REALISMO CIENTÍFICO, INTERVENCIÓN, MAKE UP PEOPLE, EFECTO BUCLE.

EL DEBATE REALISMO/ANTIRREALISMO

El debate realismo/antirrealismo lleva varios siglos y da la impresión de que continuará por algunos más. Fundamentalmente, en los últimos años se ha

* Departamento de Historia y Filosofía de la Ciencia, Instituto de Filosofía, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

registrado un interés especial, tomando la controversia una multitud de formas y proliferando las versiones del realismo y el antirrealismo. Algunos han basado la discusión en los fines de la ciencia, otros en los resultados de la misma, otros en la práctica científica y por tanto, la razonabilidad científica y filosófica. Distintas posiciones se han defendido: por un lado, realismo convergente, realismo evidencial, realismo estructural, realismo de entidades, y por otro, empirismo constructivo, instrumentalismo, convencionalismo y diferentes formas de relativismo, entre otras.

La forma tradicional de distinción entre realismo y antirrealismo –la idea básica de que las cosas existen y son como son, independientemente de nosotros y de nuestro modo de conocerlas, y la negación de esto– sufrió cambios a partir de las décadas de 1970-1980, debido fundamentalmente a propuestas como las de Michael Dummett, que postularon que los miembros del debate serían mejor entendidos en términos de teorías opuestas del significado. Como resultado de estos trabajos y los de Hilary Putnam, el realismo científico ha sido identificado como la combinación de una doctrina metafísica, el realismo científico, con otra doctrina acerca de la verdad, específicamente la teoría de la verdad como correspondencia. A partir de ello, el realismo científico se ha convertido en un híbrido que ha conducido a una serie de malos entendidos, que desembocaron en que, por realismo, no se entienda una sola posición sino más bien un abanico de ellas. Frente a este realismo semántico, dominante al menos en el ámbito de la filosofía de la ciencia anglosajona, se han propuesto en las últimas décadas otras versiones del realismo científico, como las de Ian Hacking¹ –pero también las de Rom Harré y Roy Bhaskar, por ejemplo–,² que lo reivindican como una tesis funda-

¹ Ian Hacking nació en 1936 y es catedrático de Filosofía y miembro del Instituto de Historia y Filosofía de la Ciencia y la Tecnología de la Universidad de Toronto. Ha publicado además de una serie de artículos, entre otros, los siguientes libros: *The Emergence of Probability* (1975), *Why Does Language Matter to Philosophy?* (1975), *Representar e intervenir* (1983), *The Taming of Chance* (1990), *Rewriting the Soul: Multiple Personality and the Science of Memory* (1995), *Mad Travelers: Reflections on the Reality of Transient Mental Illnesses* (1997), *The Social Construction of What?* (1999), *Historical Ontology* (2002).

² Roy Bhaskar (1944) es impulsor del Movimiento del Realismo Crítico. Sus publicaciones más relevantes son: *A Realist Theory of Science* (1975), *The Possibility of Naturalism* (1979), *Scientific Realism and Human Emancipation* (1986), *Reclaiming Reality* (1989), *Philosophy and the Idea of Freedom* (1991), *Dialectic: The Pulse of Freedom* (1993), *Plato, Etcetera: The Problems of Philosophy and their Resolution* (1994), *From East to West: Odyssey of a Soul* (2000).

Rom Harré (1927), desde sus primeras obras desarrolló una aproximación realista a la ciencia, entre otras en *Theories and Things* (1961), *The Principles of Scientific Thinking* (1970), *Causal Powers* (con E. H. Madden, 1975) y *Varieties of Realism* (1986). En 1971, junto con Paul F. Secord fundó *The Journal for the Theory of Social Behaviour*, donde se han publicado impor-

mentalmente ontológica. A nuestro entender, estos filósofos, a pesar de las diferencias de sus propuestas, rechazan certeramente la idea de que el realismo científico deba ir necesariamente acompañado por la teoría de la verdad correspondentista, como ha sido entendido frecuentemente a partir del giro lingüístico, y defienden que el realismo es ante todo una doctrina metafísica que se compromete con la existencia de la realidad, pero no lo hace con ninguna doctrina de la verdad en particular. En efecto, no tiene por qué hacerlo, en cuanto el realismo es una actitud acerca de la existencia y la independencia del mundo respecto de nosotros y nuestro conocimiento, y aunque creemos que al realista científico también debe interesarle la verdad, ello no implica que ella, y menos aún su noción correspondentista, constituya el núcleo del realismo, como pretende la tradición semántica. En particular, Ian Hacking ha denunciado el empobrecimiento de la filosofía de la ciencia al concentrarse en la teoría y la representación, y las consecuencias que ello ha tenido para el debate realismo/antirrealismo. Según él, ha sido la obsesión con esta idea del conocimiento como representación de la realidad, y el descuido del ámbito de la experiencia, lo que ha llevado al debate a un callejón sin salida.

En su encuentro con la realidad, la ciencia teoriza y experimenta. Las teorías tratan de decir cómo es el mundo, la tecnología trata de cambiarlo. Justamente, *Representar e intervenir* es el título del libro de Hacking de 1983. Representar para intervenir, e intervenir a la luz de representaciones. La mayor parte del debate filosófico contemporáneo acerca del realismo científico se da en términos de teoría, representación de la realidad, verdad, explicación y predicción, pero no dice casi nada acerca de los experimentos, la tecnología o el uso del conocimiento para la modificación del mundo. La inconmensurabilidad, el nominalismo trascendental, los sustitutos de la verdad, los estilos de razonamiento, surgen de contemplar la conexión entre la teoría y el mundo, y todos llevan a un callejón sin salida porque están atrapados en el lenguaje. Hacking aclara que él no está en contra de estos tópicos, pero como realista científico no se interesará por cuestiones epistemológicas, sino por cuestiones metafísicas.

¿De dónde proviene, según Hacking, esta obsesión con la representación, el pensamiento y la teoría, a costa de la intervención, la acción y el experimento? De que los seres humanos son representantes. No *homos faber*,

tantes artículos de filosofía de las ciencias humanas, incluyendo debates acerca del realismo. Dicha publicación fue originalmente concebida como soporte para una nueva dirección en psicología social.

sino *homos depictor*. La realidad es una creación antropocéntrica, una creación humana, la segunda de las creaciones humanas. La primera es la representación. Una vez que hay una práctica de representar, a continuación hay un concepto de segundo orden, el de la realidad, un concepto que tiene contenido sólo cuando hay representaciones de primer orden. Puede alegarse que la realidad, o el mundo, estaban allí antes de cualquier representación o lenguaje humano, pero su conceptualización como realidad es secundaria. Primero se da la representación, luego vienen los juicios acerca de si esas representaciones son reales o no, verdaderas o falsas. Frente a estilos alternativos de representación, se presenta la dificultad de pensar en lo que es real y entonces, la ciencia tiene que producir criterios de lo que cuenta como una representación correcta.

Es importante subrayar a qué se refiere Hacking cuando habla de realismo. Muchos científicos y filósofos realistas suponen que el fin último de la ciencia es una única teoría acerca del mundo y argumentan a favor de un realismo en términos de la convergencia hacia esa gran verdad, o al menos, convergencia hacia algún valor llamado verdad. Hacking no adhiere a esta idea, por el contrario, cree que no hay nada que demande que haya una teoría única y más rica acerca de cómo es el mundo. El universo es demasiado complejo para describirlo en una única teoría. Más bien, son fácilmente imaginables numerosas descripciones verdaderas e independientes entre sí acerca del mismo.

En años recientes, los filósofos de la ciencia han estrechado el tópico realismo y hablan de realismo científico. Un tipo de realismo científico acerca de las teorías sostiene que ellas son verdaderas o falsas, o candidatas a verdaderas o aspiran a la verdad, y a veces se acercan a la misma. El objetivo es el descubrimiento de la constitución interna de las cosas y de lo que habita los confines más distantes del universo. La mayoría de los filósofos contemporáneos se preocupan sobre todo por las teorías y la verdad. Otra versión del realismo científico se denomina realismo de entidades. Afirma que muchas entidades teóricas realmente existen, lo cual significa que hay un nivel ontológico real al cual ellas pertenecen, aunque se puedan tener muchas teorías en competencia y hasta a veces contradictorias acerca de ellas. Sostiene también que deben considerarse como verdaderas las afirmaciones existenciales de una teoría, pero además, que tales entidades existirían aunque no hubiera una teoría que se refiriera a ellas, y por tanto, que no hubiera conocimiento acerca de las mismas.

No hay acuerdo acerca de las definiciones precisas de estos dos tipos de realismo mencionados. Pueden ser complementarios entre sí, pero son distinguibles. Se puede ser realista acerca de las teorías pero antirrealista acerca de

las entidades, así como se puede pensar que muchas entidades teóricas existen, pero que las teorías acerca de ellas no tienen por qué ser verdaderas. Hacking, por ejemplo, es realista acerca de las entidades pero no de las teorías.

Como se ve, hay un contraste experimental importante entre el realismo de las entidades y el de las teorías. Tratar de argumentar a favor del último es, según Hacking, encerrarse en el mundo de las representaciones y no es una sorpresa que el antirrealismo esté siempre al acecho. Los debates en el nivel de las teorías son necesariamente inconclusos. Es por eso que insiste en que el problema del realismo ha estado mal planteado. Que si el mismo se plantea únicamente en términos de las teorías y de su capacidad o de su función de representación, entonces a lo sumo se puede llegar a establecer una posición realista con respecto a las teorías. En *Representar e intervenir* sostiene que no puede haber ningún argumento decisivo a favor o en contra del realismo en el nivel de la representación. “El realismo y el antirrealismo se deslizan por allí, tratando de encontrar algo en la naturaleza de la representación que les permitirá dominar al otro. Pero allí no hay nada más.”³

Por ello, va a buscarlo en otro nivel de discusión, basado en el hacer⁴ no en el decir, en la intervención, no en la representación. Porque según él, cuando se pasa de la representación a la intervención, el antirrealismo tiene menos fuerza. Solamente a nivel de la práctica experimental el realismo científico sería inevitable. Se polarizan electrones para investigar el peso de la corriente neutral. De esto, sostiene Hacking, resulta un realismo firme acerca de los electrones difícil de atacar, aunque se sea escéptico o antirrealista, respecto a la verdad exacta de las teorías concernientes a las entidades que se está manipulando, “[...] la realidad tiene que ver más con lo que hacemos en el mundo, que con lo que pensamos acerca de él”.⁵ “El realismo es asunto de intervenir en el mundo, más que de representarlo en palabras y pensamiento.”⁶

³ Hacking, 1996, p. 173.

⁴ En *Representar e intervenir*, Hacking anota que su afirmación de que el realismo es un asunto de intervenir en el mundo, más que de representarlo en palabras y pensamiento, le debe mucho a Dewey. Éste despreciaba los dualismos: mente/materia, teoría/práctica, pensamiento/acción, hecho/valor, y se burlaba de lo que llamaba la teoría del conocimiento del espectador. Decía que ésta era el resultado de la existencia de una clase acomodada que pensaba y escribía filosofía, opuesta a una clase de artesanos y trabajadores, que no tenían tiempo para sólo ver. Dewey intentó destruir la concepción del conocimiento y la realidad como cuestión de pensamiento y representación, y esto debería, según Hacking, haber conducido a los filósofos a la ciencia experimental. Sin embargo, sus seguidores –por ejemplo Richard Rorty– alaban la conversación. Hacking, 1996, p. 83.

⁵ *Ibid.*, p. 36.

⁶ *Ibid.*, p. 83.

REALISMO DE ENTIDADES

En su intento por rescatar al realismo científico del escepticismo del pensamiento pospositivista, al declararse realista acerca de las entidades inobservables, Hacking reclama que algunas de ellas pueden ser caracterizadas usando generalizaciones de bajo nivel, acerca de sus propiedades causales y de los sentidos en que ellas interactúan con otras partes de la naturaleza. Tales generalizaciones no constituyen nada similar a los tipos de esquemas complejos que son normalmente tomados como semejantes a una teoría, sino más bien, son un grupo de creencias compartidas acerca de la entidad. Esas “verdades domésticas” pueden ser expresadas en teorías diferentes y modelos incompatibles, que pueden ser usados simultáneamente en distintas partes del mismo experimento, y no hay razón para pensar que su intersección constituya nada semejante a una teoría, ni para pensar que se necesite ser un realista acerca de ese trasfondo teórico o modelo, en que esas “verdades domésticas” se basan. Es más, como dichos modelos son frecuentemente inconsistentes pueden ser comprendidos como teniendo un valor instrumental en algunos contextos y en otros no.

No es la noción de referencia la que constituye el argumento central del realismo de Hacking, sino la manipulación de entidades en la práctica científica. En efecto, uno de sus argumentos para el realismo, el argumento de la ingeniería,⁷ es señalado por él como la mejor prueba del realismo científico acerca de las entidades, en el sentido de que, cuando se logra manipular una entidad hasta ese momento hipotética, para interferir con ella en otras partes de la naturaleza, se estaría justificado en pensar que dicha entidad es real. “La experimentación con un ente no nos obliga a creer que existe. Sólo la manipulación de un ente, para hacer experimentos en algo diferente, nos obliga a ello.”⁸

Aunque Hacking reconoce que la naturaleza no está constituida por la manipulabilidad humana, piensa que provee buena evidencia para lo que es real y por ello, en ocasiones contrasta este tipo de caso con otros en que meramente se construyen modelos de fenómenos. Dado que los científicos toleran la existencia de múltiples modelos internamente inconsistentes acerca del mismo fenómeno, sería verdaderamente difícil argumentar que los mismos puedan ser interpretados realistamente. “Este hablar de [...] mode-

⁷ Este argumento de la ingeniería es ejemplificado por Hacking en *Representar e intervenir*, a través de Peggy II, un cañón de electrones polarizados utilizado para investigar las propiedades de corrientes neutrales débiles.

⁸ Hacking, 1996, p. 292.

los desencadenaría cualquier instinto antirrealista escondido en el alma del lector.”⁹

Pero que los experimentadores sean realistas acerca de las entidades, no significa que estén en lo correcto. Los instrumentos que se apoyan en las propiedades de los electrones¹⁰ para producir efectos de precisión pueden hacerse de muchas maneras diferentes. Es decir, que del éxito que se obtiene con los electrones no se infiere su realidad.

No hacemos instrumentos y después inferimos la realidad de los electrones, como cuando ponemos a prueba una hipótesis, y luego creemos en ella porque pasó la prueba. Esto pone el orden temporal en la dirección equivocada. En principio, diseñamos un aparato apoyándonos en un pequeño número de verdades acerca de los electrones, para producir otro fenómeno que queremos investigar.¹¹

Tampoco se cree en los electrones porque se pueda predecir cómo se comportarán los aparatos.

Estamos completamente convencidos de la realidad de los electrones cuando regularmente construimos –y las más de las veces tenemos éxito en la construcción– nuevos tipos de aparatos que utilizan diversas propiedades causales bien comprendidas de los electrones que nos permiten interferir en otras partes más hipotéticas de la naturaleza.¹²

Sólo cuando son manipulados los electrones pierden su categoría hipotética, cuando se los usa para investigar algo más, cuando se empieza a poder hacer cosas con la entidad teórica. Al principio se puede comenzar por medirla;

⁹ “This talk of [...] models should trigger any anti-realist instincts harbored in the reader’s soul”, Hacking, 1989, p. 574.

¹⁰ La física es la ciencia preferida por Hacking para ilustrar su convicción acerca del realismo de las entidades, y su ejemplo favorito es el electrón. Según cuenta, fueron los electrones los que lo hicieron realista, porque podía rociar con ellos una bola de niobio para alterar su carga.

“Electrón” ha sido comprendido en diferentes grados, con distintas teorías y cálculos, pero siempre referido a la misma cosa básica. Nuevas clases naturales, tales como los electrones, con frecuencia son el resultado de especulaciones iniciales que se van articulando y convirtiendo gradualmente en teoría y experimento. En este caso están las especulaciones de Johnstone Stoney sobre la unidad mínima de carga eléctrica. Luego las mediciones de Thomson y Millikan determinando experimentalmente la masa y la carga. Aunque ahora se sabe mucho más acerca de los electrones que lo que sabían ellos, las especulaciones y los experimentos actuales pueden acordar con los conocimientos anteriores.

¹¹ Hacking, 1996, p. 294.

¹² *Idem.*

más tarde se puede rociar algo con ella. Habrá una serie de explicaciones incompatibles, todas las cuales, sin embargo, van a coincidir en la descripción de los poderes causales que es posible utilizar al intervenir con dicha entidad en la naturaleza. Cuando se logran usar los electrones para intervenir en forma sistemática en otras partes de la naturaleza, entonces, el electrón “[...] ha dejado de ser teórico y se torna experimental”.¹³ Los electrones no sirven para organizar el pensamiento o salvar los fenómenos que han sido observados, sino para crear fenómenos nuevos. Hay una familia de propiedades causales (masa, carga, espín), en términos de las cuales los experimentadores describen y utilizan electrones para investigar algo más. Cuando tales propiedades son usadas en la exploración de la realidad física, se ve la ingeniería del instrumental científico al servicio de la ciencia. Esta ingeniería y no la teorización, sería entonces, como ya dijimos, la mejor prueba del realismo científico acerca de las entidades, porque para Hacking lo importante no es entender el mundo sino cambiarlo.

El campo experimental ha sido, según Hacking, sistemáticamente descuidado por la filosofía de la ciencia. La historia de la ciencia se ha vuelto una historia de la teoría, y ello la ha cegado respecto a la realidad. En este sentido, algunos filósofos afirman que los experimentos sólo tienen valor cuando testean la teoría, pero que el trabajo experimental no tiene vida propia. Hacking quiere cambiar esa visión y pone énfasis en la riqueza, la complejidad y en la variedad de la vida científica. Su propósito es no sólo destacar el experimento, sino mejorar la calidad de vida de las teorías, mostrando la distinción teoría-experimento no como obsoleta sino como multifacética. Experimentar es crear, producir, refinar y estabilizar fenómenos. Hay una serie de tareas diferentes. Se puede hablar de diseñar un experimento, de hacer que el experimento funcione. Pero tal vez lo más difícil es saber distinguir cuándo un experimento funciona, por ello la observación, en el sentido usual del término en filosofía de la ciencia, desempeña un papel relativamente menor en la ciencia experimental. Aquí lo que cuenta no es la anotación y la información de la lectura de instrumentos,¹⁴ no es describir o informar, sino la habilidad para distinguir lo que es incorrecto. El científico experimental no es un observador pasivo, sino la persona alerta y perspicaz. La observación y el experimento no son la misma cosa, ni siquiera los polos de un continuo. Experimentar es interferir en el curso de la naturaleza. Interferencia e interacción son la sustancia de la realidad.

¹³ *Ibid.*, p. 291.

¹⁴ Actividad enfatizada entre otros por Bruno Latour en su libro *La vida en el laboratorio* (1995).

Hay un segundo argumento que Hacking menciona en su defensa del realismo científico. Éste, que puede denominarse argumento de la coincidencia, sostiene que cuando una entidad hipotética puede ser observada por medio de una gran variedad de instrumentos, que operan utilizando diferentes sistemas físicos no relacionados, se tienen buenas razones para suponer que la entidad en cuestión es real, no un artefacto.

Frecuentemente, los filósofos imaginan que los microscopios llevan a la convicción sobre algo porque ayudan a ver mejor, pero eso es sólo parte de la historia. Lo que cuenta no es sólo observar, sino lo que se puede hacer con un espécimen y lo que se puede ver haciéndolo. Se aprende a ver en el microscopio haciendo algo, no sólo mirando. Es necesario hacer, no sólo mirar, para aprender a ver a través de cualquier instrumento. “La práctica –me refiero en general a hacer, no a ver– desarrolla la habilidad para distinguir entre artefactos visibles de la preparación o del instrumento, y la estructura real que se ve con el microscopio. Esta habilidad práctica engendra convicción.”¹⁵

Los microscopios llevan a la convicción gracias a las interacciones e interferencias que son posibles. Es porque diferentes instrumentos que utilizan principios físicos muy distintos llevan a observar las mismas estructuras en el mismo espécimen, lo que permite concluir que ellas son independientes de las teorías que facilitan su observación e identificación. “Sería una coincidencia ridícula si, una y otra vez, dos procesos físicos totalmente diferentes produjeran configuraciones visuales que fueran, no obstante, artefactos de esos procesos físicos y no estructuras reales de la célula.”¹⁶

Si se pueden ver los mismos rasgos fundamentales de la estructura utilizando diferentes sistemas físicos, entonces se tienen muy buenas razones para decir “esto es real”,¹⁷ en lugar de “esto es un artefacto”. Si esas técnicas relacionan procesos considerados independientes, sería fuertemente improbable que ellos produjeran las mismas configuraciones visuales. Pero Hacking no propone tal argumento como la única base de convicción de lo

¹⁵ Hacking, 1996, p. 221.

¹⁶ *Ibid.*, p. 230.

¹⁷ Hacking explica, siguiendo a Austin, que la palabra “real” puede marcar varios contrastes dependiendo del contexto y la frase a que se adjunta. En el caso de este argumento se toma “real” como opuesto a meramente “un artefacto del sistema físico”. Una respuesta tradicional al problema de conocer qué es lo que se ve, y qué es lo real como opuesto a un artefacto, parecería requerir confianza sustancial en la teoría –algo que Hacking es reticente a acordar–. Él intenta salvar esta dificultad anotando que aunque alguna teoría de la luz es esencial para construir microscopios, usualmente es teoría de bajo nivel, de la cual la ingeniería es el componente más importante.

que se ve a través del microscopio. Este un elemento visual convincente, que se combina con otros modos más intelectuales del entendimiento y con otros tipos de trabajo experimental.¹⁸

LAS ENFERMEDADES MENTALES TRANSITORIAS

En los últimos años Hacking ha escrito otros libros quizá no tan conocidos como *Representar e intervenir*. Nos referimos a *Rewriting the Soul*, *Mad Travelers*, *¿La construcción social de qué?* e *Historical Ontology*, publicados entre 1995 y 2002. En ellos, Hacking abandona el electrón y se interna en el tema de las enfermedades mentales transitorias, aunque no renuncia a las principales líneas de investigación en las que venía trabajando. En estos trabajos, se define a sí mismo como un nominalista dinámico y argumenta que hay clases de seres y acciones humanas que van de la mano con la invención de las categorías que las etiquetan.

El problema al cual el nominalismo tradicional responde, el problema de los universales, fue introducido según Bertrand Russell, en la filosofía de Platón. Pero fue en la Edad Media, y a raíz de un texto de Porfirio, *Isagogé*, en que se convirtió en uno de los tópicos más debatidos. El problema indicado por este filósofo y cuya solución rehúsa dar, se descomponía en tres preguntas: 1) ¿existen los géneros y las especies en la naturaleza o sólo existen como pensamiento en nuestro espíritu?, 2) si existen fuera de nosotros y en la naturaleza ¿son corpóreos o incorpóreos?, y 3) ¿existen separados de sus objetos sensibles o en estos mismos objetos? A partir de ese momento se dieron diferentes soluciones a estas interrogantes, las alternativas fundamentales ofrecidas son dos. Una, como ya dijimos, es el nominalismo y la otra es el realismo. La distinción básica entre ellas puede formularse del siguiente modo: conforme a la posición realista, el hecho de que diferentes objetos puedan describirse como teniendo una misma característica x , ha de explicarse señalando que hay una entidad x , diferente de los objetos, tal que, sin embargo, se muestra en ambos (los objetos son instancias o ejemplos de la entidad x). O en otras palabras, la unidad de significado se funda en la natu-

¹⁸ Hacking anota cuatro más: 1) tener éxito en la remoción sistemática de aberraciones y artefactos, 2) poder interferir con la estructura que aparentemente se ve en sentidos puramente físicos, 3) tener clara comprensión de la mayor parte de la física que se utiliza para construir los instrumentos que permiten ver –aunque este convencimiento teórico desempeña un papel relativamente pequeño– y 4) las intersecciones significativas con la bioquímica. Estas y otras generalizaciones de bajo nivel interconectadas permitirían controlar y crear fenómenos en el microscopio. Hacking, 1996, p. 238.

raleza de las cosas; nuestra capacidad para reconocer un objeto como miembro de una clase se funda en el hecho de que tiene, junto con todos los miembros de esa clase, una característica común. Para los nominalistas, en cambio, el hecho al que hemos aludido no es explicable apelando a una entidad así, por la sencilla razón de que, según señalan, no hay tales entidades. Lo único que para los nominalistas existe son los objetos individuales y las características de estos mismos objetos. Por tanto, el realismo afirma la realidad de los conceptos mientras el nominalismo la niega y los reduce a puros nombres. Pero estos dos tipos de soluciones no se encuentran sino excepcionalmente en su forma extrema, ya que ambas ofrecen graves dificultades.

Hacking pretende dar una versión contemporánea de los viejos temas del nominalismo, adaptándolos a problemas de las ciencias naturales. Va a utilizar la palabra nominalista, significando la doctrina de que no hay clasificación en la naturaleza que no sea mental, que exista independientemente de nuestro propio sistema humano de nombres. El mundo no viene ordenadamente clasificado en hechos. Las personas constituyen los hechos en un proceso social de interacción con él. Pero el nominalismo tradicional, estático, que cree que las clasificaciones pueden desarrollarse o revisarse, pero que una vez en su lugar están básicamente fijas y no interactúan con lo clasificado es, según Hacking, un nominalismo erróneo. Erróneo porque no puede dar cuenta de que muchas categorías vienen de la naturaleza, no de la mente humana, y que no son estáticas. Por ello, sostiene que Thomas Kuhn¹⁹ avanzó de forma importante en la causa nominalista, al dar cuenta en algún sentido, de cómo al menos un grupo importante de categorías “llega a ser” en el curso de las revoluciones científicas. Hay una construcción de nuevos sistemas de clasificación que ajustan con ciertos intereses por describir el mundo, intereses estrechamente conectados con las anomalías sobre las cuales una comunidad se centra en tiempos de crisis. Aunque esto no pueda conducir a un estricto y verdadero nominalismo –porque las anomalías para ser resueltas antes deben aparecer–, conduce a un nominalismo revolucionario, que lo hace menos misterioso, al describir los procesos históricos por los que surgen nuevas cate-

¹⁹ Hacking ha reconocido algunas deudas con Thomas Kuhn, entre otras, que le ha enseñado que la historia no importa a la filosofía de las ciencias naturales, pero sí a la de las ciencias sociales. Por otro lado, Hacking en varias de sus publicaciones ha utilizado, trabajado y a veces marcado sus discrepancias con algunas de las más importantes nociones kuhnianas, como ocurre con el tema de las taxonomías, de la incommensurabilidad conceptual y de otras características que detentan los estilos de razonamiento de Hacking, opuestas a otras del paradigma de Kuhn. Un análisis de semejanzas y diferencias entre estos dos metaparadigmas, se encuentra en Martínez (1997).

gorías de objetos y formas de distribuirlos. Afirma que un paso más radical, la creación de fenómenos, muestra por qué los objetos de las ciencias, aunque contruidos en un momento del tiempo, no están históricamente constituidos. Ellos son luego fenómenos indiferentes a lo que pase.

Quizá sea momento para señalar el reconocimiento de Hacking hacia Ludwik Fleck, como un pionero en el género de la construcción social de los hechos científicos. Recordemos que Fleck describe el desarrollo de la reacción de Wasserman como una invención, no como un descubrimiento, concluyendo que los hechos tienen una historia, que son creados en un proceso dependiente de factores sociales e históricos. Según Fleck, la habilidad envuelta en el perfeccionamiento de la reacción de Wasserman lleva a la conclusión de que el conocimiento está culturalmente condicionado, en el sentido de que depende de un estilo de pensamiento histórico particular. Parte de la tesis de Fleck es que los hechos científicos sólo existen dentro de estilos de pensamiento, una doctrina, con la que Hacking simpatiza.²⁰ La concepción estándar de la ciencia afirma que los hechos existen en el mundo y son descubiertos por el científico. Es la versión de que el mundo viene ya estructurado en hechos. Fleck tenía una representación metafísica diferente acerca de ello, en parte coincidente con la de Hacking. Creía que el mundo no viene ya estructurado.

También es interesante señalar que Hacking ha dialogado respecto a estas cuestiones, con los filósofos constructivistas Bruno Latour y Steve Woolgar. Si bien el filósofo canadiense considera la postura de estos dos filósofos como de antirrealista, y por tanto, no la comparte, señala el valor que sus obras han tenido al plantear nuevos tópicos. Fundamentalmente, señala la importancia del libro *La vida en el laboratorio* por su detallada y articulada atención al experimento. En dicho libro, dice Hacking, los autores se obstinan en un antirrealismo, cuando él considera que es precisamente en ese dominio de la ciencia experimental, donde el realismo puede defenderse mejor.²¹ Enfatizan demasiado, a su modo de ver, el papel de las inscripciones como principal producto del laboratorio y él no se siente cómodo con

²⁰ Si bien en este artículo no se trabaja la noción de estilos de razonamiento de Hacking, es interesante señalar la influencia de Fleck en ese sentido, puesto que dicho metaconcepto y el de estilo de pensamiento desarrollado por este último comparten algunas características, aunque también exhiban diferencias. Por otra parte, respecto a la creación de fenómenos, cabe también señalar alguna diferencia, en el sentido de que Hacking pretende distinguir entre habilidades adquiridas y teorías, y no así Fleck. De igual modo, tampoco hay coincidencia acerca de la independencia del experimento respecto de la teoría, porque mientras Hacking pretende defender —una cuestión diferente es que lo logre— que el primero tiene vida propia independiente de la segunda, para Fleck el primero depende del estilo de pensamiento.

²¹ Algunas diferencias entre las posturas de Hacking y Latour se trabajan en Martínez (2000).

esa visión de que los enunciados “llegan a ser” hechos. Según Hacking, estos filósofos pretendían que la exterioridad es la consecuencia del trabajo científico, más que su causa, y que la realidad no puede explicar por qué un enunciado “llega a ser” un hecho. Subyacente a estas cuestiones, está el tema que nos ocupa, el antiguo debate entre diferentes descripciones metafísicas de la relación entre el pensamiento y el mundo, es decir, el antiguo debate del realismo y el nominalismo.

Pero habíamos detenido nuestro análisis en el nominalismo revolucionario de Kuhn, que según Hacking aún no puede conducir a un verdadero nominalismo y, por eso, él va a proponer un nominalismo dinámico, que sería el único tipo de nominalismo capaz de dar cuenta de cómo la categoría y lo categorizado se ajustan, se adecuan e interaccionan entre sí. Este nominalismo tiene implicancias para la historia y la filosofía de las ciencias humanas, por lo dicho anteriormente, es el único que argumenta acerca de la existencia de clases de seres y acciones humanas que vienen de la mano con las categorías que las etiquetan. No se forma primero el concepto y luego se descubren las regularidades o leyes de los objetos que caen dentro de la clase, es interactivo. Es en estos términos que las categorías de las ciencias humanas describen la gente. Los objetos de estas ciencias están constituidos por un proceso histórico; mientras que en las ciencias naturales eso no ocurre. En estas últimas, la invención de categorías no cambia realmente el sentido en que el mundo trabaja. Aunque se crean nuevos fenómenos que antes del esfuerzo científico del hombre no existían, se lo hace únicamente con permiso del mundo. En el fenómeno social, sin embargo, se pueden generar tantas clases de gente y de acción como nuevas clasificaciones y categorías se inventen. En opinión de Hacking, *making up people* (inventar/construir gente) es mucho más fuerte que *making up the world*.

Hacking se vio atraído por este tipo de nominalismo, estimulado por teorías acerca de lo homosexual y lo heterosexual como clases de personas, y por su trabajo acerca de las estadísticas y lo obsesivo que se volvió el análisis moral alrededor de 1820. Índices de suicidio, de prostitución, de vagancia, etc., que generaron sus propias subdivisiones y reagrupamientos. Se crearon nuevos espacios en los que clasificar y enumerar a la gente. Pero este cálculo no fue un mero reporte, fue parte de un elaborado sistema que creó nuevos sentidos “para la gente ser”. Nuevas categorías llevaron a nuevos tipos de personas, a “inventar/construir gente”. El reclamo del nominalismo dinámico no es que había una clase de personas que comienza a ser crecientemente reconocida por los burócratas o estudiosos de la naturaleza humana, sino más bien que una clase de personas “viene a ser”, al mismo tiempo que la propia clase es inventada. En algunos casos, la clasificación y las cla-

ses emergen juntas, cada una incita a la otra. En “Make Up People”,²² Hacking ejemplifica tomando cuatro categorías: caballos, planetas, guantes y personalidad múltiple. Sostiene que el nominalismo tradicional es ininteligible para caballos y planetas. ¿Cómo podrían los caballos y planetas ser obedientes a nuestras mentes? Los guantes son otra cosa: son fabricados. No se sabe qué vino primero, si el pensamiento o el mitón, pero evolucionaron juntos. El reclamo de Hacking acerca de “inventar/construir gente” es que en algunos aspectos interesantes la personalidad múltiple es más como los guantes que como los caballos. ¿Cómo puede el nominalismo dinámico afectar el concepto de la persona individual? ¿Cómo afecta la verdadera idea de qué es un individuo? Una respuesta tiene que ver con las posibilidades, puesto que, lo que se es, no es solamente lo que se hace y hará, sino también lo que se podía haber hecho y podrá hacer. “Inventar/construir gente” cambia el espacio de posibilidades para la personalidad. Si el nominalista tiene razón en su tesis de la sexualidad, simplemente no era posible ser de determinada clase sexual antes del siglo XIX, porque esa clase de personas no estaba disponible.

Como dijimos, es en estos términos en que las ciencias humanas describen a la gente, y es en estos términos en que Hacking habla de las enfermedades mentales transitorias. Si hay alguna verdad en este tipo de descripciones, entonces “inventar/construir gente” podría tener que ver con el debate entre nominalistas y realistas.

En su libro *Rewriting the Soul*, Hacking propone examinar el caso específico de la personalidad múltiple.²³ Está fascinado por la dinámica de la relación entre la gente incluida en las clases, el conocimiento acerca de ellos y los expertos. Si se desea presentar por lo menos un esquema parcial acerca de ello, se puede pensar en dos vectores. Uno, es el vector de etiquetar, por parte de una comunidad de expertos, que crean una realidad que alguna gente hace suya. Otro, es el vector de la experiencia autónoma de la persona etiquetada, que estimula creando una realidad que el experto debe encarar. Algunos médicos, en 1840, tenían entre sus pacientes personalidades múltiples, pero su imagen de los desórdenes era muy diferente de la que es común hoy. La visión de los doctores era diferente porque los pacientes eran diferentes; pero los pacientes eran diferentes porque las expectativas de

²² Hacking, 1986.

²³ Hacking clasifica la personalidad múltiple dentro de las que él llama enfermedades mentales transitorias, no porque dure sólo un tiempo en la vida de un individuo, sino porque se presenta sólo en algunas épocas y lugares por razones que solamente se puede conjeturar que están relacionadas con la cultura de esas épocas y lugares. Los ejemplos que da Hacking son la historia en la Francia de finales del siglo XIX y la personalidad múltiple en la Norteamérica reciente.

los primeros eran distintas. Esto es un ejemplo del fenómeno general que Hacking llama: el efecto bucle de las clases humanas, esto es, las interacciones entre la gente y las formas en que es clasificada. La gente clasificada en un cierto sentido tiende a conformarse o a crecer en los sentidos en que ella es descripta; pero como también los individuos desarrollan sus propias formas, entonces las clasificaciones y descripciones deben ser constantemente revisadas. Conocimiento y clasificación están íntimamente relacionados. La recolección sistemática de datos sobre las personas afecta no sólo las maneras en cómo se concibe una sociedad, sino también las formas en cómo se describe a los semejantes. La invención de una clasificación (y su aplicación), afecta tanto cómo los demás piensan, tratan y controlan a quienes son así clasificados, como la manera en que las personas se ven a sí mismas. El conocimiento interactúa con ellas y con un extenso cuerpo de prácticas e instituciones, generando combinaciones socialmente permisibles de síntomas y enfermedades, y generando también la reacción de los clasificados. En este sentido, hay una diferencia crucial, según Hacking, entre las clases naturales y las clases humanas. Las primeras son clases indiferentes, porque en ellas no está presente el efecto *feedback* entre clasificación y clasificado, que sí aparece en las clases humanas. “La clasificación quarks es indiferente en el sentido de que llamar quark a un quark no da lugar a ninguna diferencia en el quark.”²⁴ Es cierto que algunos electrones pueden verse afectados por lo que la gente hace con ellos, pero eso no significa que sean conscientes de cómo son clasificados y, por tanto, reaccionen a dicha clasificación. Distinto es lo que ocurre con las clases humanas, pues sus objetos son interactivos, interactúan objetos y clasificación, afectándose mutuamente. Las personas son agentes, actúan según descripciones. Los cursos de acción que eligen, y sus formas de ser, no son independientes de las descripciones disponibles según las cuales pueden actuar. Hay cambios en la gente clasificada y en lo que se conoce acerca de ellos, creándose nuevos caminos de “ser” una persona, nuevas oportunidades para la acción. Pero también hay una redescripción de viejas acciones y situaciones, que ahora son vistas y descriptas bajo una nueva luz, cambiando su significado, su intencionalidad. Si una descripción no existía o no estaba disponible en un tiempo pasado, entonces en aquel momento no se podía actuar intencionalmente bajo la misma. La acción tuvo lugar, pero no bajo la nueva descripción. A raíz de esto, frecuentemente el pasado se reorganiza, reinterpreta y repuebla. Viejas acciones bajo nuevas descripciones pueden ser reexperi-

²⁴ Hacking, 2001, p. 176.

mentadas en la memoria. Por ello, se habla no solamente de “[...] inventar/construir gente, sino inventarnos/construirnos a nosotros mismos reabajando nuestras memorias”.²⁵ El pasado es revisado retrospectivamente y no sólo se cambia de opinión acerca de lo que se hizo, sino que, como cambia la comprensión y sensibilidad, el pasado vuelve lleno de acciones intencionales, que en un cierto sentido no estaban cuando aconteció. Eso es lo que ha ocurrido, según Hacking, por ejemplo, con el abuso infantil,²⁶ que se ha expandido de tal forma, que más y más situaciones caen bajo su descripción y cada vez más hombres y mujeres acaban viéndose retrospectivamente a sí mismos/as como abusadores/as y/o abusados/as.

A través de la historia de la psiquiatría han competido dos formas de clasificar las enfermedades mentales. Un modelo organiza el campo de acuerdo con grupos de síntomas. Otro, lo organiza respecto a las causas subyacentes. Pero es necesario ir más allá de los síntomas. En las ciencias naturales, según Hacking, se tiene confianza en que algo es real cuando se comprenden sus causas y cuando se es hábil para intervenir y cambiar. Las enfermedades mentales transitorias también suelen ligarse a estos dos resultados familiares en todas las ciencias: intervención y causas. Los médicos pretenden comprender la enfermedad pero también curarla, la práctica demanda teoría, una teoría causal que muestre los mecanismos subyacentes, y así se pasa desde la intervención a las causas.

En la búsqueda de dichas causas, Hacking fue influido en varios aspectos de su filosofía por Michel Foucault y no ve inconsistencia entre su instinto analítico y su habilidad para usar algunos de los conceptos del filósofo francés. Su trabajo también es la historia del presente en el sentido intentado por Foucault, que conduce al análisis de las palabras en sus sitios, para poder comprender cómo se piensa y por qué parece que se está obligado a pensar en cierto sentido. Como estrategia de investigación en sus trabajos sobre las enfermedades transitorias, Hacking toma lo que Foucault llamó arqueología. Piensa que hay algunas mutaciones agudas en los sistemas de pensamiento y que esas redistribuciones de ideas, establecen lo que luego parece inevitable, incuestionable y necesario.

²⁵ “[...] making up people but making up ourselves by reworking our memories”, Hacking, 1995, p. 6.

²⁶ Según Hacking, la idea de abuso infantil surgió explícitamente en 1961 en Denver en el seno de los debates entre pediatras. La referencia inmediata eran niños pequeños apaleados, pero ella se amplió rápidamente. Adquirió nuevas connotaciones y acabó encarnándose en una nueva legislación. Se asoció con ciertas prácticas e introdujo cambios relevantes en una amplia gama de actividades profesionales, en las que se incluían trabajadores sociales, policías, maestros, etc. Adquirió un nuevo peso moral y se convirtió en el peor vicio posible.

Por ejemplo, la idea de Hacking de “inventar/construir gente” está influenciada por el autor de *Las palabras y las cosas*, que habla de la constitución de sujetos, del siguiente modo: “[...] deberíamos tratar de descubrir cómo es que los sujetos están gradual, progresiva, real y materialmente constituidos a través de una multiplicidad de organismos, fuerzas, energías, materiales, deseos, pensamientos, etcétera”.²⁷

Pero ésta no es su única deuda con Foucault. En su análisis de la personalidad múltiple aparece la metáfora del nicho ecológico, que si bien es propia del filósofo canadiense, fue inspirada en las descripciones de enfermedades mentales que usaban la metáfora lingüística del discurso, o de una formación discursiva. ¿Por qué utiliza las ideas pero no copia el vocabulario de Foucault? Porque quiere establecer una diferencia importante.²⁸ Si bien el lenguaje tiene que ver con la formación de un nicho ecológico, no lo es todo. El discurso tiene que ver, pero también lo que la gente hace, cómo vive y el mundo más amplio de la existencia material que ella habita. Ese mundo debe ser descrito en todos sus detalles peculiares e idiosincráticos. Por ello, Hacking va a hablar de que hay vectores de diferente tipo, sugiriendo la importancia de no centrarse sólo en una cosa, no sólo discurso, no sólo poder, no sólo sufrimiento, no sólo biología. Les llama vectores²⁹ porque apuntan en diferentes direcciones. Cuando ellos son desafiados o desviados, los nichos son destruidos. Entonces las enfermedades mentales transitorias desaparecen, porque ellas existen solamente en nichos que en algunas épocas y algunos lugares proveen un sitio estable para ciertos tipos de manifestaciones de enfermedades.

Hacking enfatiza cuatro vectores. Uno inevitablemente es *médico*. La enfermedad ajusta en un extenso esquema de diagnóstico, una taxonomía de enfermedades. Ese ajuste puede darse en una taxonomía existente sin alterar el orden ya establecido, o puede ser necesario romper dicho orden para que

²⁷ “[...] we should try to discover how it is that subjects are gradually, progressively, really and materially constituted through a multiplicity of organisms, forces, energies, materials, desires, thoughts, etc”, citado en Hacking, 1986, p. 164.

²⁸ Del mismo modo que Hacking se inspira en la noción de estilo de pensamiento de Alistair Crombie, pero no lo toma literalmente sino que habla de estilo de razonamiento, porque no quiere restringirse al ámbito del pensamiento, ahora, no toma la expresión discurso o formación discursiva, porque con nicho ecológico quiere significar algo más amplio que el discurso.

²⁹ Hacking no entiende por vector nada técnico. Lo usa como una metáfora. En mecánica, una fuerza vectorial es una fuerza actuando en una dirección. Cuando hay muchas fuerzas vectoriales actuando en diferentes direcciones, la resultante es el producto de dichas fuerzas. La metáfora tiene la virtud de sugerir diferentes clases de fenómenos, actuando en distintos sentidos, cuyo resultado puede ser un posible nicho en el cual prospere una enfermedad mental.

la nueva clase pueda acomodarse.³⁰ Otro vector, el más interesante, es el de la *polaridad cultural*, el de la polaridad bueno/malo: la enfermedad se sitúa entre dos elementos de la cultura contemporánea, uno romántico y virtuoso, el otro vicioso y tendiente al crimen. Hay dos versiones de la misma cosa, una vista como virtuosa y otra como viciosa, entre las cuales la enfermedad se insinúa. Qué cuenta como virtud o como crimen es también una característica de la sociedad, y las virtudes no están fijas a través del tiempo. Luego se necesita un vector de *observabilidad*, que el desorden sea visible como desorden, como sufrimiento. Finalmente, la enfermedad, a pesar del dolor que produce, también provee alguna *liberación* que no está disponible en otra parte de la cultura en que prospera.

Además del análisis de los vectores, si se quiere asir la naturaleza de un nicho se necesitan, por un lado, ejemplos de individuos que lo habiten, y por el otro, hábitats diferentes, en los que se dé la ausencia de los individuos en cuestión, debido a la falta de uno o más de los vectores mencionados. En *Mad Travelers*, Hacking toma el ejemplo de la fuga histórica como enfermedad y muestra cómo este desorden encontró su nicho por un corto tiempo en Francia,³¹ gracias a la presencia de los cuatro vectores anteriormente mencionados, mientras no fue así en otros lugares como Inglaterra y Estados Unidos, por la ausencia de observabilidad y polaridad cultural.³²

CONCLUSIÓN

Como hemos visto, en *Representar e intervenir* Hacking defiende un realismo ontológico especial, en el que lo más importante no es la representación y la teoría, o el pensar, sino el hacer, la experimentación e intervención en el mundo. Y si bien compartimos su distanciamiento de lo que puede denominarse el realismo semántico, y valoramos su énfasis en la experimentación como parte de la práctica científica, no podemos darnos por satisfechos con un realismo que apunta sólo a la existencia, pero al que aparentemente no le

³⁰ En sus contribuciones finales a la filosofía de la ciencia, Thomas Kuhn (2002) argumentó que cuando una taxonomía de clases naturales debe romperse para acomodar una nueva clase de cosas, ocurre una revolución científica.

³¹ Fines del siglo XIX hasta primeros años del siglo XX.

³² Respecto de la polaridad cultural, la vagancia no era un problema social central en ninguno de esos dos países, acostumbrados a que los hombres desaparecieran yéndose a los dominios o colonias lejanas, mucho más fácilmente que los franceses. En cuanto a la observabilidad, ni en Estados Unidos ni en Inglaterra se reclutaba a los hombres, por tanto no había un cuerpo de médicos forenses que investigara sistemáticamente a los viajeros en busca de desertores.

interesa conocer las cualidades de las entidades que postula. Pensamos que el realismo científico es ante todo una doctrina metafísica acerca de la naturaleza última del mundo, pero creemos que no se debe abandonar el interés por el conocimiento de los mecanismos generativos o causales de lo que se conoce. Por tanto, no podemos conformarnos con un realismo que se concentre meramente en cuestiones metafísicas superficiales y no tome en cuenta cuestiones epistemológicas, que creemos importantes para un realista científico. No podemos conformarnos tampoco, con un realismo científico que no le dé un lugar a la verdad. Porque si bien Hacking ha ayudado a socavar la idea equivocada de que el realismo científico debe implicar necesariamente una teoría de la verdad como correspondencia al modo tradicional, en su afán, parece olvidar que para el realista científico, la verdad también juega un rol importante. Por eso creemos que, como dice Harré, no hay que redefinir el realismo para que la verdad quede fuera de él, sino redefinir la verdad para que pueda acompañar al realismo.

En segundo lugar, notamos ciertos problemas con el uso y el lugar que ocupa la teoría en el realismo propuesto por Hacking. Aunque él ha subrayado –fundamentalmente en *Representar e intervenir*– que lo que quiere es invertir la tradicional jerarquía de la teoría sobre el experimento, y no desechar completamente la primera, surgen dudas respecto de si los argumentos que usa para sostener su realismo no utilizan más teoría de lo que él está dispuesto a reconocer. Pensemos en su propio ejemplo del microscopio, ¿es fácil en el contexto de una investigación distinguir agudamente entre la teoría del aparato³³ y la teoría de las entidades?, ¿es simple separar las “verdades domésticas” del *background* teórico y establecer su autoridad epistémica en sentido realista? No es tan claro que pueda serlo, más bien, los aparatos, las teorías, las entidades forman una red en la que es difícil separar sus elementos. Pero a pesar de estas dudas, algo parecía estar claro, que Hacking en sus trabajos acerca de las ciencias naturales defendía un rol menos importante para la teoría, que el que tradicionalmente había jugado. Sin embargo, estas interrogantes acerca de cuál es el verdadero papel de la teoría en su proyecto filosófico, se exacerban cuando analizamos su propuesta acerca de las ciencias humanas.

Al trabajar diacrónicamente el conjunto de sus escritos, podemos observar cómo cambia su estrategia cuando se refiere a las ciencias naturales y cuando se refiere a las ciencias humanas, respecto al papel que le cabe a la intervención, a la representación y a la relación entre ambas. A nuestro modo

³³ Hacking minimiza la importancia de las teorías del aparato, por ejemplo, del microscopio, en cuanto entiende que si bien alguna teoría de la luz es esencial para construirlos, es usualmente teoría de bajo nivel, y de la cual la ingeniería es el componente más importante.

de ver, en sus trabajos sobre enfermedades mentales transitorias, la teoría asume un papel más importante, no siendo ya simplemente un grupo de generalizaciones de bajo nivel, o de “verdades domésticas”, sino que Hacking nos está diciendo que el discurso, la descripción, ayudan a emerger nuevas realidades. No es que los suicidios, los homosexuales, los niños abusados no existieran, pero hasta que no se los clasifica como tales, ellos no son suicidas, homosexuales o niños abusados. No es que estos hechos reales no existieran antes de etiquetarlos, pero no eran tales hechos. Hay una realidad que en determinado momento es clasificada, categorizada, dando como resultado una nueva realidad, que estará sometida además al efecto bucle. El discurso interviene tanto en la emergencia de esa nueva realidad como en las alteraciones que sufrirá por estar sometida a dicho efecto. Según el propio Hacking, los fenómenos de las ciencias humanas a diferencia de los de las ciencias naturales, no son estables, interactúan con el contexto transformándose a sí mismos y a la clasificación. Mientras tanto, los fenómenos de las ciencias naturales, luego de creados son indiferentes a lo que pase, y sus posibilidades están constreñidas y delimitadas por la naturaleza, no por la descripción.

Llegados a este punto, podría objetársenos que Hacking no tiene por qué mantener la misma estrategia para las ciencias naturales y las ciencias humanas, cuando él mismo ha marcado diferencias entre ellas. Cuando ha señalado en “The Disunities of the Sciences”,³⁴ que ambos tipos de disciplinas difieren, y que esas diferencias tienen que ver no con qué, sino con cómo sabemos. O, en “Working in a New World: The Taxonomic Solution”,³⁵ en que señalando la opinión de Kuhn de que la relativa estabilidad de los cielos no puede ser esperada cuando lo que está bajo estudio es el sistema social o político, agrega:

[...] ni cuando es la psique humana, no sólo porque la psique humana está constantemente cambiando, sino porque nuestras propias clasificaciones cambian la gente y las experiencias clasificadas. Ésta, pienso, es una diferencia interesante entre las ciencias naturales y humanas, y es una razón valiosa para estudiar cuidadosamente las clases.³⁶

³⁴ Hacking, 1996a.

³⁵ Hacking, 1993.

³⁶ “[...] nor when it is the human psyche, not just because the human psyche is constantly changing, but because our very classifications change the people and behaviors classified. That, I think, is an interesting difference between the natural and human sciences, and it is a worthy reason to study kinds carefully”, *ibid.*, p. 304. El tema de las diferencias entre las ciencias naturales y las ciencias humanas o sociales aparece también en “Five Parables” (1984a), “Philosophers of Experiment”(1988a) y *¿La construcción social de qué?* (2001), entre otros.

Lo que ocurre es que, a pesar de estas diferencias señaladas, Hacking pretende continuar defendiendo que así como en las ciencias naturales también en las ciencias humanas, el “[...] discurso no hace el trabajo”.³⁷ Pues bien, si no lo hace, juega un rol que no parecía tener en las ciencias naturales, porque las categorías crean nuevas posibilidades de quién o qué es uno, hacen que la gente cambie por ser agrupada en cierta categoría, y llevan a “inventar/construir gente”. Por tanto, no nos parece que la teoría siga teniendo un papel menor como se pretendía en las ciencias naturales. Y, ¿qué pasa con la intervención? La prueba de la realidad del electrón era que podíamos usarlo como herramienta para intervenir en otros aspectos del universo. En ciencias humanas, dice Hacking, las cuestiones también parecen ligarse “[...] a dos cuestiones, familiares en todas las ciencias: intervención y causalidad”.³⁸ Pero, ¿qué es lo que interviene?, ¿las prácticas y las instituciones que a su vez están relacionadas con la clasificación? Porque en las ciencias naturales, estaba claro que el electrón era un instrumento para transformar otro aspecto del mundo y el poder manipularlo para intervenir era una prueba de su realidad. Pero ahora, en las ciencias humanas, parecen ser las clasificaciones las que intervienen para transformarla. Esa intervención, ¿qué realidad está probando?, ¿la de lo que interviene –como en el caso del electrón–, o la de lo que resulta de esa intervención?

Hay otro aspecto, respecto a su propuesta para las ciencias humanas, que nos inquieta. Hacking menciona como una diferencia radical entre las clases de las ciencias naturales y las de las ciencias humanas, el hecho de que las primeras sean indiferentes y las segundas interactivas. En este sentido, según él, los objetos que caen bajo las primeras no son conscientes de cómo son clasificados y no reaccionan a tales clasificaciones, mientras que los de las segundas, sí lo son, y por tanto sí reaccionan a las mismas. Estamos de acuerdo en que un quark no es consciente de cómo es clasificado, pero lo que nos preguntamos es, si un niño abusado o un niño hiperactivo lo es, como para poder afirmar con Hacking, que el efecto bucle se debe justamente a eso, a la conciencia de ser clasificado de determinada manera. De cualquier modo, estas dudas –sobre las que seguiremos trabajando en futuros trabajos–, no obstan para que reconozcamos las contribuciones de Hacking, respecto a la propia noción de interactividad de las clases humanas, la dinámica que esto les imprime y el aporte de su noción de nicho ecológico.

³⁷ “[...] discourse does not do the work”, Hacking, 1998, p. 86.

³⁸ “[...] to two issues, familiar in all the sciences: intervention and causation”, Hacking, 1995, p. 12.

Por último, en *Representar e intervenir* y otros artículos sobre ciencias naturales, Hacking se centró en el problema de la existencia –por ejemplo, de los electrones–. En sus libros sobre enfermedades mentales transitorias, afirma que ahora esos debates no le interesan. En *Representar e intervenir*, afirmó que se concentraría sólo en cuestiones metafísicas, que no le interesaban las cuestiones epistemológicas, en cambio en *¿La construcción social de qué?* señala que se propone hacer una epistemología descriptiva universal. Al parecer, Hacking ha ido cambiando de intereses. ¿Será así o será que han “aflorado sus instintos analíticos”?, porque en un artículo escrito en 1988,³⁹ afirma que él fue entrenado como un filósofo analítico, pero que no ve inconsistencia entre su instinto analítico y su habilidad para usar algunos aspectos del trabajo de Foucault. Nosotros no estamos seguros de que su afán de compatibilizar estas posturas no le haya traído algunos problemas como los que acabamos de señalar. Creemos que Hacking trata, por una parte, de no abandonar su instinto analítico, y por otra, de no rendirse ante un constructivismo que lo abofetea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fleck, L. (1986), *La génesis y el desarrollo de un hecho científico*, Madrid, Alianza.
- Galison, P. y Stump, D. (eds.) (1996), *The Disunity of Science*, Stanford, Stanford University Press.
- Hacking, I. (1979), “Michel Foucault’s Immature Science”, *Nous*, 13, pp. 39-51.
- (1984), “Experimentation and Scientific Realism”, en Leplin, J. (ed.), *Scientific Realism*, Berkeley, University of California Press, pp. 247-260.
- (1984a), “Five Parables”, en Rorty, Scheewind y Skinner (eds.), *Philosophy in History*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 103-124.
- (1986), “Making Up People”, en Heller, T. (ed.), *Reconstructing Individualism: Autonomy, Individuality in the Self Investigation Thought*, Stanford, Stanford University, pp. 161-171.
- (1988), “On the Stability of the Laboratory Sciences”, *The Journal of Philosophy*, 85, N° 10, pp. 507-514.
- (1988a), “Philosophers of Experiment”, *PSA*, 2, pp. 147-156.
- (1989), “Extragalactic Reality: the Case of Gravitational Lensing”, *Philosophy of Science*, 56, pp. 577-579.

³⁹ Hacking, 2002a.

- (1991), *La domesticación del azar*, Barcelona, Gedisa, 1990.
- (1992), “The Self-vindication of the Laboratory Sciences”, en Pickering, A., *Science as Practice and Culture*, Chicago, Chicago University, pp. 29-64.
- (1993), “Working in a New World: The Taxonomic Solution”, en Horwich, P. (ed.), *World Changes. Thomas Kuhn and the Nature of Science*, Cambridge, MIT Press, pp. 275-309.
- (1995), *Rewriting the Soul. Multiple Personality and the Sciences of Memory*, Princeton, Princeton University Press.
- (1995a), *El surgimiento de la probabilidad*, Barcelona, Gedisa, 1975.
- (1996), *Representar e intervenir*, México, Paidós-UNAM, 1983.
- (1996a), “The Disunities of the Sciences”, en Galison, P. y Stump, D. (eds.), *The Disunity of Science*, Stanford, Stanford University Press, pp. 37-74.
- (1998), *Mad Travelers. Reflections on the Reality of Transient Mental Illnesses*, Charlottesville, University Press of Virginia.
- (2001), *¿La construcción social de qué?*, Barcelona, Paidós, 1999.
- (2002), *Historical Ontology*, Cambridge, Harvard University Press.
- (2002a), “Two Kinds if ‘New Historicism’ for Philosophers”, en Hacking, I. (2002), pp. 51-72.
- Heller, T. (ed.) (1986), *Reconstructing Individualism: Autonomy, Individuality in the Self Investigation Thought*, Stanford, Stanford University.
- Horwich, P. (ed.) (1993), *World Changes. Thomas Kuhn and the Nature of Science*, Cambridge, MIT Press.
- Kuhn, T. S. (2002), *El camino desde la estructura*, Barcelona, Paidós.
- Latour, B y Woolgar, S. (1995), *La vida en el laboratorio*, Madrid, Alianza.
- Leplin, J. (ed.) (1984), *Scientific Realism*, Berkeley, University of California Press.
- Martínez, M. L. (1997), “Paradigmas y estilos de razonamiento, ¿metaconceptos alternativos?”, en Otero, M. (ed.), *Kuhn hoy*, Montevideo, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, pp. 59-83.
- (2000), “Hacking y Latour: realismo y constructivismo”, en Otero, M. (ed.), *Constructivismo y realismo*, Montevideo, Fundación de Cultura Universitaria, pp. 217-245.
- (2003), “Hacking, Ian, *Historical Ontology*”, hoja informativa de *Galileo*, vol. 10, N° 1, <<http://galileo.fcien.edu.uy>>.
- Morrison, M. (1990), “Theory, Intervention and Realism”, *Synthese*, 82, pp. 1-22.
- Pickering, A. (1992), *Science as Practice and Culture*, Chicago, Chicago University.

Reiner, R. y Pierson, R. (1995), "Hacking's Experimental Realism: an Untenable Middle Ground", *Philosophy of Science*, 62, pp. 60-69.

Rorty, Scheewind y Skinner (eds.) (1984), *Philosophy in History*, Cambridge, Cambridge University Press.

LA ENERGÍA NUCLEAR DE FUSIÓN: ASPECTOS HISTÓRICOS

MAURICIO SCHOIJET*

RESUMEN

La posibilidad de la fusión nuclear controlada se planteó desde la década de 1940 como una posible fuente ilimitada de energía, y los primeros experimentos se realizaron en Estados Unidos en 1951. Se ha convertido en una gran empresa de desarrollo tecnológico en varios países, poco conocida por el público. Han aparecido en este caso efectos nunca previamente registrados para ningún otro sistema tecnológico, en cuanto a la necesidad de máquinas de tamaños extremos, luego con muy altos costos, para poder probar su viabilidad científica, lo que aún no se ha logrado. El horizonte de tiempo para su operación comercial, que en la década de 1950 se creía factible en veinte años, medio siglo después se ha extendido hasta mediados del siglo XXI, con lo que resultaría el sistema tecnológico en que se habría presentado el mayor tiempo entre los primeros experimentos y la operación comercial, lo que desmiente ideas convencionales acerca de la aceleración del progreso científico y tecnológico. Sugiero que la persistencia de la comunidad científica implicada en la investigación y desarrollo de la fusión nuclear, a pesar de las enormes dificultades, representaría una forma de comportamiento irracional.

PALABRAS CLAVE: FUSIÓN, NUCLEAR, IMPREVISIBILIDAD, INVIABILIDAD, IRRACIONALIDAD.

POR QUÉ OCUPARSE DE LA FUSIÓN NUCLEAR

La cuestión de la energía nuclear de fusión implica una problemática de importancia histórico-universal, que muy pocos perciben. La visión de la evolución de la tecnología que tiene la parte mejor informada del público, incluso en los países desarrollados, es irreal. Es vista como una cadena ininterrumpida de éxitos. Y en efecto, han sido muy impresionantes, desde el transistor al láser y a la computadora, las armas nucleares, la biotecnología y los misiles guiados.

* Departamento El Hombre y su Ambiente. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.

Pero hay una parte nada pequeña de esta historia, la de los fracasos, que permanece casi completamente invisible. Se han dado no sólo pero sí mayormente en el área más impulsada por las fuerzas sociales dominantes, en todo el mundo, en el capitalista y el del “socialismo realmente existente” ahora en proceso de extinción. En ambos se invirtieron enormes recursos humanos y materiales en sistemas de gran tamaño, alta complejidad y condiciones físicas extremas. Muchos, por supuesto, conocemos el caso del avión Concorde. Pero tenemos que poner en la lista de fracasos, o fracasos muy probables, a varios más, tales como los proyectos de desalinación masiva del agua de mar y la explotación de minerales de los fondos marinos; el reactor rápido de cría; los misiles MX, y la así llamada Guerra de las Galaxias. Al afirmar lo anterior no niego la posibilidad de que algunos puedan resurgir en el futuro.

En el caso de la energía nuclear convencional de fisión no se puede aún confirmar su fracaso definitivo, pero las señales apuntan en esa dirección. Para percibir la magnitud de éste, hay que tomar en cuenta que se trató de una tecnología apoyada por todos los gobiernos, a partir del Programa de Átomos para la Paz, lanzado por el presidente Eisenhower en 1953, y de la subsecuente creación del Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA) y que a nivel internacional se planteó además que sería un elemento fundamental para que los países menos desarrollados pudieran avanzar hacia el desarrollo; que se trató de una tecnología enormemente subsidiada, y que los aparatos del Estado jugaron un papel central en vencer la resistencia de la industria eléctrica privada, en el caso de Estados Unidos (Lowen, 1987); y que en este momento se encuentra en una situación de parálisis y retroceso en todos los países desarrollados, con la excepción de Japón, y en la mayor parte de los menos desarrollados. Contrariamente a las proyecciones del OIEA, que preveían cinco mil reactores comerciales operando para el año 2000, y que ahora pueden verse como totalmente irrealistas, sólo se llegó a 400 reactores en operación y está retrocediendo. En los diez años anteriores a 1999 fueron clausurados once reactores en Estados Unidos por razones económicas (David Lochbaum, de Union of Concerned Scientists, 1999). Actualmente se da un rápido avance de una energía ambientalmente benigna como la eólica, cuya capacidad instalada está aumentando más rápidamente que la de la nuclear, y que como todas las de este tipo fueron ninguneadas por casi todos los gobiernos.

No se trata de fracasos pequeños, sino muy grandes, varios de ellos a costos que varían entre los miles de millones y centenares de miles de millones de dólares.

Dentro de la historia de estos fracasos, se puede intentar una tipología. Hay casos de sistemas que fracasan o tienen un desarrollo muy modesto,

lejos de las expectativas iniciales; o parecen encaminados hacia el fracaso, después de haber sido completamente desarrollados y de una considerable etapa de operación comercial. Entre los últimos están la energía convencional de fisión, el misil MX, y el avión Concorde. Otros son abandonados por las grandes dificultades que presentan antes de llegar a funcionar, o antes de pasar a una etapa de desarrollo final. Sería el caso del reactor de cría y la Guerra de las Galaxias. El caso de la energía nuclear de fusión es un caso intermedio, en que décadas de investigación y desarrollo no logran siquiera probar su factibilidad científica, y se produce una situación que podríamos llamar de parálisis. A pesar de inversiones muy considerables la meta parece cada vez más lejana. Han habido afirmaciones ridículas, por ejemplo en un artículo publicado en la revista de divulgación *La Recherche*, de una “carrera” hacia la fusión, en circunstancias en que efectivamente siguen produciéndose algunos avances científicos, pero en que hay un estancamiento en el sentido de que éstos no representan un acercamiento importante hacia la verificación de su factibilidad científica.

Es además el caso de una gran empresa de desarrollo tecnológico que permanece virtualmente invisible para el público. En efecto, la prensa le dedica muy poca atención, incluso en los países desarrollados. Los muy pocos artículos de alguna extensión los publican revistas especializadas como *Chemical Engineering News* o de divulgación científica como *La Recherche*. Las escasas discusiones quedan confinadas a la comunidad de los físicos en una revista como *Physics Today*. En México, el único texto de alguna extensión publicado sobre el tema sería la reproducción de una entrevista al físico Boris Kadomtsev, uno de los líderes del programa soviético, publicada en la revista *Novedades de Moscú* en 1976 y reproducida en el periódico *El Día*; y más recientemente el libro de Julio Martinell, publicado en 1993. Merece una mención especial por el hecho de ser uno de los muy pocos publicados en nuestro idioma y porque presenta no sólo la ambigüedad y el irrealismo extremo que también se encuentran en otros autores, sino un cierto tremendismo (¡sin la energía nuclear de fusión sería imposible mantener la civilización!), y por el hecho de mantener su irrealismo en una fecha tan tardía, con carencia de percepción de los aspectos técnicos ya mencionados, y de los históricos y económicos.

Presenta un enfoque particularmente sesgado del problema, ya que está centrado en aspectos puramente científicos, por ejemplo sobre propiedades de los plasmas, con ausencia notoria de otros tecnológicos o científico-tecnológicos muy importantes, por ejemplo en lo referente al tamaño de los reactores, es decir la aparente imposibilidad de construir reactores de fusión de escala menor a la de los más grandes dispositivos convencionales o nucle-

ares de generación, y la necesidad de cambiar las paredes de éstos en pocos años debido al deterioro por radiación.

Desde el punto de vista de la historia y la política de la tecnología, el caso de la energía nuclear de fusión ha sido muy poco estudiado. Sobre la energía nuclear de fisión se han publicado centenares de libros, muchos de ellos desde un punto de vista crítico, y seguramente miles o decenas de miles de artículos. Sobre la energía nuclear de fusión sólo conozco un libro, el de Joan L. Bromberg, sobre la historia de la investigación en fusión en Estados Unidos hasta aproximadamente 1980. También hay un libro de John Wesson (*The Science of JET*), que reseña las realizaciones científicas de los científicos e ingenieros en un laboratorio, el del Joint European Torus, para el período 1973-1999. Se han publicado varios artículos de revisión sobre el tema, en general casi totalmente acrílicos, en compilaciones sobre la problemática energética. Conozco un solo artículo crítico sobre este tema, de Lawrence Lidsky, publicado en *Technology Review*, al que me referiré más adelante.

En este artículo trataré de defender cuatro tesis. La primera es que éste sería un caso paradigmático que desmiente las suposiciones convencionales sobre la aceleración del progreso científico y tecnológico y sobre la omnipotencia de la ciencia y la tecnología, que fueron dominantes entre científicos, ingenieros y economistas durante un período prolongado.

Segunda, que aunque no se trata del único sistema para el que aumentaron los costos y se prolongaron los plazos para lograr un objetivo de alta tecnología, y que la historia de la predicción tecnológica está llena de fracasos, que en general representan o representaron una refutación práctica de predicciones optimistas, sugiero que éste es un caso extremo, ya que no ha habido ninguno de esta magnitud y en cuanto a los aludidos plazos y costos.

Tercera, que la comunidad científica y tecnológica implicada en la investigación y desarrollo en este terreno muestra señales de un comportamiento irracional. Y finalmente, planteo una generalización para este caso de una tesis presentada hace medio siglo por Anthony Cliff, sobre el papel de la carrera armamentista como instrumento que, al tiempo que implica un derroche de recursos, contribuye a la estabilidad económica.

Este artículo está escrito desde el punto de vista del ambientalismo radical, inspirándose en trabajos tales como *Límites del crecimiento* (Meadows, 1972) y *Comunismo sin crecimiento* del filósofo marxista alemán Wolfgang Harich (1975), que implican posiciones que por ahora son minoritarias y contrarias a la mayor parte de los autores que han publicado sobre la temática de la energía. Este enfoque plantea soluciones radicalmente diferentes a las propuestas dominantes en los estudios sobre energía. No se trata de hacer solamente un análisis de los aspectos técnicos y económicos, sino también a

los relativos a la sociología de la ciencia y la tecnología. En este aspecto, tanto la mayoría de los científicos, políticos, periodistas, etc., son espontáneamente positivistas, en pocas palabras: los científicos saben. Contra esta visión, planteo otra que llamaría social-estructural, para la cual hay que ver a las comunidades científicas como sujetas a la influencia de las fuerzas sociales dominantes, a través de los aparatos ideológicos y técnicos del Estado, en que estos últimos también actúan como aparatos ideológicos.

La palabra ideología se usa con varias significaciones. En este caso la uso en el sentido de sistema de errores que cumple una función social. Por lo tanto lo que los científicos saben, o creen saber, y lo que ignoran, está en determinadas coyunturas históricas y para determinadas comunidades científicas, condicionado por esta influencia.

LA FUSIÓN NUCLEAR, LA ILUSIÓN DE LA SOLUCIÓN DEFINITIVA DEL PROBLEMA ENERGÉTICO Y LA SOCIOLOGÍA DE LA CIENCIA

Los programas de investigación y desarrollo tecnológico en energía nuclear de fusión, que comenzaron en 1952 en Estados Unidos, Gran Bretaña y la Unión Soviética, seguramente representan el caso más importante de cooperación internacional en investigación y desarrollo tecnológico. No tengo cifras confiables, pero podemos suponer que han involucrado e involucran a miles de científicos, ingenieros y técnicos, en decenas de laboratorios en siete países que están entre los de mayor poderío militar y económico, es decir, los ya mencionados más Francia, Alemania, Italia y Japón. Tampoco tengo una cifra para los gastos, pero es posible conjeturar que están en el orden de decenas de miles de millones de dólares.

A diferencia del caso de la fisión nuclear, estos programas no han dado resultados prácticos, en lo referente a su objetivo fundamental, es decir, la producción de energía. Sí ha habido resultados de la aplicación de la física de plasmas, que es un aspecto de física básica estrechamente relacionada con el problema, pero que no se derivan de avances en el campo de la fusión, a diversas aplicaciones tecnológicas, reales o potenciales, como la soldadura de plasmas, uso de plasmas para depositar películas delgadas de semiconductores, recubrimientos, cerámicas, lámparas de plasmas, etc. Pero cabe enfatizar que ni siquiera han logrado probar la viabilidad científica de la energía nuclear de fusión. A diferencia de la energía nuclear de fisión, no ha causado ningún tipo de movilizaciones ni controversias políticas, con la excepción de las acciones de un grupo fascista marginal al que me refiero más adelante. Es entonces un área muy poco explorada de la historia de la tecnología, donde se dan fenómenos totalmente nuevos.

Representa el caso del que es probablemente el programa de investigación más ambicioso de la historia de la tecnología, que intenta resolver de manera definitiva el problema energético para las generaciones futuras, utilizando una materia prima supuestamente inagotable. Un programa que registra las más abundantes predicciones tecnológicas fallidas y el caso más espectacular de problemas no anticipados, tanto en tiempos como en costos, contaminación, desechos y consumo de materiales escasos. Y el caso más notorio de caída en deslizamiento hacia la irracionalidad de una fracción importante de lo que llamamos una burocracia técnica de miles de ingenieros y científicos, y de una parte de la comunidad científica de las ciencias “duras”.

Un objetivo de este trabajo es entonces hacer un esbozo de historia de los esfuerzos para lograr la fusión nuclear, para tratar de mostrar que han sido un fracaso en términos de costos versus beneficios, y que ha servido para mostrar que en determinados campos una ideología de omnipotencia de la ciencia, que es una de las formas de la ideología del progreso, que jugó un papel dominante en el desarrollo del capitalismo desde el siglo XVII, llevó a subestimar las dificultades y los problemas no anticipados, que hasta ahora casi no han sido percibidos por el público.

La investigación y desarrollo en la energía nuclear de fusión representa un problema central para una historia teórica de la tecnología, es decir se trata de explicar cómo es posible que ésta continúe a pesar de que la muy considerable inversión y los esfuerzos realizados no han permitido probar ni siquiera su factibilidad científica. Se puede suponer que estamos actualmente más cerca de la meta que en 1970. Pero si en esa época se creía que una planta de demostración estaría funcionando para 1990, y en el año 2002 se propone que lo estará para el 2050, se debe necesariamente suponer que, a pesar de avances en la solución de determinados problemas, también se ha percibido que otros son más difíciles de resolver de lo que se pensaba, y que han aparecido nuevos problemas no anticipados de muy difícil solución.

El otro aspecto del problema tiene relación con la sociología de la ciencia. Es sabido que la ciencia es considerada como un caso paradigmático de racionalidad. Sin embargo, un problema fundamental en esta disciplina es la cuestión de si puede haber comunidades científicas que en determinada coyuntura se comporten de manera irracional, y por cuáles motivos. Algunos sociólogos de la ciencia han estudiado este problema en relación a algunas controversias científicas, por ejemplo Brian Martin y Evelleen Richards para el caso de la fluoridación del agua potable (Martin, 1995). Un caso paradigmático podría ser el de la resistencia de los geólogos durante medio siglo a aceptar la teoría de deriva de los continentes propuesta en

1915 por Alfred Wegener (Stewart, 1990). Éste, que fue documentado por Stewart y otros historiadores de la ciencia, se refería a una controversia puramente científica. Voy a sugerir que en el que nos ocupa, es decir, las derivaciones tecnológicas de la investigación de los fenómenos de fusión nuclear, la resistencia de los científicos y tecnólogos involucrados en la investigación y desarrollo de la energía nuclear de fusión a reconocer la posibilidad de que fracase, o sea que no se logre este objetivo en ningún futuro previsible a pesar de la enorme movilización de recursos humanos y materiales invertidos en esta empresa, representaría una forma de irracionalidad, no casual sino resultado de la influencia de los aparatos ideológicos del Estado. Al afirmar lo anterior no se está negando totalmente la posibilidad de que los programas de investigación y desarrollo en este terreno culminen en el éxito.

Hay dos aspectos que no serán considerados, y la razón es que no se trata de un trabajo que pretenda examinar todos los aspectos de la sociología de la ciencia que tienen relación con la fusión nuclear, sino aquellos que la tienen con la investigación que efectivamente implicó avances en el aspecto científico y tecnológico. El caso de la investigación en fusión por Ronald Richter en Argentina a comienzos de la década de 1950 fue descrito en un excelente libro de Mario Mariscotti, en el aspecto de recuento de los hechos (Mariscotti, 1985). No tiene ningún significado desde el punto de vista científico, sino sólo desde el punto de vista de la historia de la ciencia en Argentina, en tanto que la debilidad de la ciencia y la falta de una cultura científica y tecnológica en la sociedad argentina de esa época permitieron que un personaje totalmente marginal dirigiera un proyecto absolutamente irreal que implicó un gran derroche de recursos.

El otro es el de la fusión fría de Fleischman y Pons, o sea a la temperatura ambiente o cercana a ésta, que se produciría en un proceso electroquímico. Sobre este tema se publicaron varios libros y numerosos artículos periódicos. Esta historia comenzó con una conferencia de prensa de los mencionados en 1989. Varios investigadores trataron de reproducir sus resultados, sin lograrlo. Un libro publicado en 1992 daba la impresión de que se trataba de un asunto terminado, que sólo podía tener interés para los sociólogos e historiadores de la ciencia (Flores Valdés, 1992). El desarrollo posterior de los acontecimientos lo desmintió, ya que se llevaron a cabo diez conferencias internacionales sobre el tema, una con participación de un físico prestigiado como Julian Schwinger, y se publica una revista internacional sobre fusión fría. Sin embargo, la gran mayoría de los físicos sigue siendo escéptica acerca de la existencia del fenómeno.

LOS COMIENZOS: DE BECQUEREL A BETHE

La radioactividad fue descubierta en 1896 por el físico francés Henri Becquerel. Las investigaciones pioneras fueron realizadas en los primeros años del siglo XX por los esposos Pierre y Marie Curie, Ernest Rutherford, Frederick Soddy y otros. Soddy fue el primero en plantear que los fenómenos radioactivos podrían ser controlados y que su control permitiría la disponibilidad ilimitada de energía barata.

La famosa fórmula de Einstein que relaciona masa y energía fue la clave para comprender el origen de las enormes cantidades de esta última que aparecen en los procesos radioactivos. En 1919 el físico inglés James Jeans propuso que la energía generada en las estrellas se originaba en procesos radioactivos, y el mismo año el francés Jean Perrin propuso que la síntesis del helio a partir del hidrógeno producía la que se generaba en el sol. El físico Hans Bethe sugirió, en un artículo publicado en *Physical Review* en 1939, que en el sol se producía la fusión de núcleos de elementos livianos como el hidrógeno y el helio, dando origen a elementos más pesados. También imaginó la posibilidad de construir un reactor nuclear de fusión. Ya durante la Primera Guerra Mundial se vislumbraron las posibilidades militares de este campo de fenómenos.

Actualmente se han desarrollado modelos de las reacciones nucleares que ocurren en el sol. Se cree que se producen en un núcleo central que ocuparía dos terceras partes del volumen, rodeado por una zona convectiva, en la cual las reacciones de fusión ocurren a tasas muy bajas (Phillips, 1992; Jones, 1999).

Los procesos radioactivos observados por los pioneros lo eran de desintegración radioactiva espontánea, en los que núcleos de elementos de átomos pesados perdían parte de su masa para convertirse en otros elementos también pesados, cercanos a los originarios dentro de la tabla periódica. Hacia fines de la década de 1930 Otto Hahn, Lise Meitner y Fritz Strassmann descubrieron la fisión de átomos pesados que se desintegraban con formación de elementos de peso intermedio, y la posibilidad de controlar estos procesos mediante elementos que llamaron moderadores, que desaceleraban los neutrones emitidos. Ello llevó a la construcción del primer reactor nuclear y posteriormente a la fabricación de armas nucleares, que produjeron el genocidio de las ciudades japonesas de Hiroshima y Nagasaki.

Estos hechos dieron un enorme impulso a la investigación nuclear. Se pensó que el paso siguiente sería la construcción de un reactor de fusión, propuesta que ya mencioné que fue inicialmente formulada por Hans Bethe y retomada posteriormente en 1945 por el físico húngaro Edward Teller, uno de los diseñadores de las primeras bombas nucleares, que también jugó un

papel importante en el desarrollo de la energía nuclear de fisión. Dada la gran abundancia de elementos livianos, que contrasta con la escasez de los pesados fisionables como el uranio, se creyó que la construcción de un reactor de fusión aseguraría una provisión de energía prácticamente inagotable, y que se trataría de una fuente de energía limpia, en contraste con el caso de la fisión, en que se producen elementos radioactivos de alta radioactividad y toxicidad como el plutonio, que perdura durante centenares de miles de años.

Cabe mencionar que la abundancia de los elementos livianos puede dar una idea falsa, por cuanto si bien el hidrógeno es muy abundante, ya que es uno de los elementos que constituyen el agua, el helio lo es mucho menos. Sus fuentes son escasas y los procesos para su separación son complejos. Tampoco son abundantes las reservas de litio, que alcanzan unas 400 mil toneladas en el territorio de Estados Unidos. Si se requieren isótopos del hidrógeno, como el deuterio y el tritio, en efecto se encuentran presentes en el agua de mar, pero el proceso de obtención de éstos es similar a otros procesos de separación de isótopos, por ejemplo el enriquecimiento del uranio, que son costosos tanto en términos económicos como de la energía necesaria. El tritio es un material sumamente escaso, su único uso está en las bombas de hidrógeno, y las existencias mundiales probablemente se encuentren en el orden de decenas o tal vez no más de algunos centenares de kilogramos.

El precedente de la energía nuclear de fisión, en que el período transcurrido entre la concepción científica y la realización práctica fue muy corto, de pocos años, alimentó expectativas optimistas sobre las posibilidades de la fusión.

EL PROBLEMA ENERGÉTICO Y LA ENERGÍA NUCLEAR DE FUSIÓN

Trataré de mostrar que sobre este problema existen dos visiones antagónicas y que la hasta ahora dominante, por lo menos en los gobiernos, organismos de planeación energética, industria energética, etc., sirvió para justificar la inversión de cuantiosos recursos para desarrollar esta alternativa. Sin embargo, la validez de la versión ambientalista radical no es esencial para justificar mis tesis. Éstas serían válidas independientemente de cuál perspectiva es la correcta, incluso si no hubiera solución y eventualmente la humanidad se viera obligada a retroceder por carencia de fuentes sostenibles de energía.

Las primeras advertencias acerca del posible agotamiento de un recurso energético las hicieron respecto del carbón mineral, para los casos de Alemania y Gran Bretaña, el físico germano Rudolf Clausius en la segunda mitad del siglo XIX, y el economista británico Stanley Jevons a comienzos del siglo XX.

Sin embargo, a partir de la década de 1920 se dio una enorme expansión de la producción y del consumo de petróleo, y si bien se formularon advertencias acerca del agotamiento de los recursos petroleros, por ejemplo del geólogo M. King Hubbert desde 1956, para el caso del territorio de Estados Unidos excluyendo a Alaska y Hawai, no fueron tomadas en cuenta sino hasta veinte años más tarde. Se puede afirmar que no hubo una generalización de una percepción en tal sentido, sino hasta el aumento de los precios del petróleo por la Organización de Países Exportadores de Petróleo en 1973.

Esta crisis dio impulso a un desarrollo de los estudios sobre energía y a la publicación de predicciones tanto sobre las futuras necesidades energéticas, como sobre las posibilidades de varios sistemas tecnológicos alternativos. Esta literatura, con muy pocas excepciones, estuvo marcada por una aceptación acrítica de que las altas tasas de crecimiento del consumo energético eran “naturales”, y una condición para que continúe “la civilización tal como la conocemos actualmente”, ignorando que el sistema de transporte, centrado en el automóvil privado, estaba hecho para favorecer el derroche, lo que era facilitado por los precios bajos del petróleo, e ignorando también la posibilidad de sustituir al transporte basado en el automóvil por el transporte público, con ahorro no sólo de energía sino de materiales, disminución de la contaminación y mejora de la calidad de vida. Se podrían citar decenas de libros y artículos que exageraban las futuras proyecciones de la demanda. Esto sirvió como un elemento ideológico utilizado a favor de la energía nuclear, y en particular de la posibilidad de los reactores de fusión, que supuestamente serían factibles a plazos no demasiados largos, y que encarnaban la promesa de la disponibilidad ilimitada de energía. Uno de los textos más recientes dentro de esta literatura es *Global Energy Perspectives*, producido por el Organismo Internacional de Energía Atómica y publicado en 2001 por Cambridge University Press. Éste propone tres escenarios posibles para el futuro consumo de energía. El más bajo propone que aumentaría el 100 por ciento para el año 2050 con respecto a 1990.

A partir de la crisis energética de 1973 el movimiento espontáneo de los consumidores obligó a las empresas automovilísticas estadounidenses a producir automóviles de menor consumo de combustible; muchas empresas manufactureras y comerciales tomaron medidas de ahorro de energía. Gracias a estas acciones se produjo una disminución de las tasas históricas de crecimiento del consumo energético en Estados Unidos y lo mismo ocurrió en otros países industrializados. Mostraron que existía un ancho margen para soluciones diferentes a las propuestas por el gran capital de la industria energética, la automovilística y los aparatos del Estado.

La tendencia dominante en la literatura sobre el problema energético propicia la continuación de las altas tasas de crecimiento del consumo energético, a través del mantenimiento del sistema de transporte basado en el automóvil, y la sustitución de los combustibles fósiles por la energía nuclear de fisión, y eventualmente de fusión. Sostengo que este gran aumento del consumo de energía, que fue consecuencia del petróleo barato y de la generalización del uso del automóvil, ha causado los graves problemas de contaminación tanto en algunas grandes áreas metropolitanas como a nivel global. Que la búsqueda de una solución universal que permita la continuación del modelo actual es no sólo poco aconsejable sino moralmente deleznable, ya que la contaminación causa decenas de miles o centenares de miles de muertes, enfermedades, pérdida de horas de trabajo y empeoramiento de la calidad de vida. Que por lo tanto la línea dominante es incorrecta, y está ideológicamente motivada por el interés de mantener la posición central que ocupan en la economía las empresas automovilísticas y las productoras de recursos energéticos.

Tanto en el caso de la fisión como en el de la fusión, no hay ninguna evidencia de que la promoción de estas alternativas estuviera de alguna manera ligada a alguna percepción de una operación insatisfactoria de la industria eléctrica. En Estados Unidos, el aumento de la productividad en este sector era tres veces mayor al promedio nacional. Pudo haber habido alguna preocupación acerca de una futura escasez de combustibles fósiles, pero como ya lo mencioné, no fue importante sino hasta 1973. Por consiguiente, es difícil pensar que hubiera influido sobre las políticas aplicadas veinte años antes. Los estudios sobre el futuro de la energía que se publicaron en esos años en general llegaban a conclusiones moderadas, y tampoco eran alarmistas para el largo plazo.

PRIMERAS TENTATIVAS DE CONSTRUIR UN REACTOR DE FUSIÓN

Ya aludí a las implicaciones militares de la investigación sobre fusión nuclear. Los procesos de fusión fueron el fundamento de la bomba de hidrógeno, ensayada por primera vez en 1953. Un reactor de fusión también puede servir para producir tritio, isótopo pesado del hidrógeno cuya utilización en la bomba de hidrógeno ya se mencionó. Por ello, en ambos casos, las investigaciones iniciales fueron secretas, situación que se mantuvo en Estados Unidos hasta 1958. En la Unión Soviética comenzó un programa similar en 1952, que se hizo público en 1956. Los británicos también hicieron público su programa a fines de la década.

La información que reseñaré proviene del libro de Joan L. Bromberg (1982), que narra la historia de los primeros treinta años de investigaciones sobre el tema. Según esta autora, durante el período mencionado los gastos del gobierno de Estados Unidos en esta área habrían alcanzado unos dos mil millones de dólares.

A diferencia del caso de la fisión, en que la reacción nuclear se produce en una fase sólida, aunque los productos de fisión incluyen elementos en fase gaseosa, la fusión utiliza un gas ionizado (plasma) a altísimas temperaturas, como las que suponemos que existen en el interior del sol, es decir de decenas de millones, tal vez cien millones de grados centígrados. Como obviamente a esta temperatura el contacto de este gas con las paredes del reactor las fundiría, el físico Lyman Spitzer propuso en 1951 que podría evitarse este contacto a través de un confinamiento magnético del plasma.

Una de las características más notables de la primera época de las investigaciones sobre la energía nuclear de fusión fue que, a pesar del escaso conocimiento que se tenía acerca de un campo de fenómenos tan complejos, existió un desbordante optimismo en las primeras estimaciones sobre las cuestiones de factibilidad, tiempos y costos. Por ejemplo, H. Bhabha, líder de la investigación y desarrollo nucleares en la India, sugirió en 1955 en la Conferencia de Ginebra sobre Usos Pacíficos de la Energía Nuclear que se podría lograr el uso industrial de la fusión en menos de dos décadas (Miyamoto, 1980).

En esa época el estudio de fenómenos tales como los efectos colectivos y la turbulencia en plasmas estaba aún en sus comienzos, o sea que no se sabía si presentarían o no fenómenos de turbulencia, que implican pérdidas de energía, por lo que no se podía decidir la cuestión de si existía una teoría suficientemente desarrollada para guiar el diseño de un reactor. En ese momento no se conocía prácticamente nada sobre plasmas a esas temperaturas, ya que no se habían producido en ningún laboratorio, ni se sabía si sería posible producirlos. A pesar de ello Thomas Johnson, director de la División de Investigación de la Atomic Energy Commission (AEC), organismo a cargo tanto de la investigación y el desarrollo de la energía nuclear como de las armas nucleares, se imaginó que la viabilidad del confinamiento del plasma caliente podría demostrarse en un tiempo muy corto, de tres o cuatro años, y a un costo de no más de un millón de dólares.

Algunos físicos fueron más prudentes. Cálculos teóricos de Martin Kruskal y Martin Schwarzschild sugerían la posible inestabilidad del plasma.

A pesar de ello hubo físicos que plantearon posibilidades optimistas, por ejemplo el citado Spitzer. En 1952 sugirió que si se lograba una temperatura de un millón de grados el problema podría considerarse resuelto, puesto que los

fenómenos debían seguir leyes simples de escala, y que por lo tanto se podría predecir lo que ocurriría para temperaturas cien veces mayores. Las autoridades de la AEC apoyaron esta propuesta, estimando que podría llevarse a cabo en tres años a un costo del mismo orden que el estimado por Johnson, y que si se lograba, de ello se derivarían considerables beneficios económicos. Los avances posteriores demostraron que estaban completamente equivocados.

En 1957 el físico británico John D. Lawson había publicado un importante trabajo teórico en el que planteaba cuáles serían las condiciones en cuanto a parámetros tales como la densidad del plasma y el tiempo de confinamiento para que efectivamente pudiera no sólo producirse la fusión en un reactor (la llamada ignición), sino para que produjera más energía que la necesaria para iniciarla.

Para los primeros experimentos se pensó en utilizar deuterio o una mezcla de deuterio y tritio. Éstos comenzaron en Estados Unidos en 1951. La mayor parte se hicieron en los laboratorios de la AEC, tales como Oak Ridge, Los Alamos, Livermore y Princeton. Dado el carácter secreto del programa las universidades tuvieron muy poca injerencia. Fue fundamentalmente manejado por ingenieros nucleares. Sin embargo, la situación comenzó a cambiar a fines de la década de 1950, ya que varias universidades comenzaron programas de posgrado en fusión nuclear. La empresa General Electric montó un programa de investigación sobre el tema a partir de 1956, también lo hizo la General Atomics, y hacia fines de la década varias otras empresas de generación de energía eléctrica dieron un modesto apoyo.

Hacia fines de la década de 1950 se constató que los plasmas no se comportaban de acuerdo con los modelos teóricos, debido a la aparición de micro-inestabilidades.

Aunque la prensa estuvo muy poco informada, publicó noticias absolutamente exageradas sobre los adelantos que se estarían produciendo. Hacia 1970 ya existían varios reactores experimentales con diferentes configuraciones. Ninguno había logrado producir energía de manera continua, sino que sólo había servido para entender las condiciones físicas que deberían alcanzarse para una operación futura.

Ese año Robert Hirsch tomó el control del programa. Propuso que los presupuestos, que en ese momento eran del orden de decenas de millones, debían aumentar hasta los centenares de millones de dólares anuales, y en 1973 planteó que gracias a ello podría operar una planta de demostración para 1995. A mediados de la década de 1970, a pesar de los considerables esfuerzos realizados, ya estaba claro que la teoría sólo había alcanzado una capacidad limitada para guiar la investigación. Sin embargo, algunos de los requerimientos ingenieriles ya estaban siendo alcanzados

Apenas comenzaban a delinearse los rangos de radioactividad que producirían los diversos tipos de máquinas, cuando la prensa ya anunciaba que la energía nuclear de fusión sería “virtualmente limpia”. Esta apreciación siguió siendo propagada por lo menos hasta fines de la década. Investigaciones posteriores se encargaron de desmentirla totalmente.

Una de las más importantes motivaciones del programa era la competencia con la Unión Soviética. El banquero Lewis Strauss, nombrado director de la AEC en 1953, creía que la realización de la fusión probaría la superioridad del capitalismo. Sin embargo, desde los comienzos se percibieron dificultades serias, por ejemplo en que las propiedades de los plasmas no eran bien comprendidas, y además que esta comprensión era dificultada por las impurezas que se evaporaban desde las paredes de los reactores.

En el caso de Estados Unidos, sobre el que tenemos mayor información, tanto el personal asignado al proyecto como los presupuestos fueron aumentando rápidamente. Hacia 1953 eran treinta personas, 110 en 1955, el doble al año siguiente. Ese año el presupuesto pasaba de diez millones, en 1958 fue de 29. El primer modelo de reactor fue propuesto por el ya mencionado Spitzer. Se llamó *Stellarator*, y era una máquina en forma de “pretzel”. El modelo B del *Stellarator*, propuesto en 1953, tendría campos magnéticos muy intensos, del orden de 50 mil gauss, treinta veces más que el anterior, y se esperaba que alcanzara una temperatura de un millón de grados. Comenzó a operar en 1954, de una manera insatisfactoria. El modelo C se planeó como un modelo a escala piloto de un reactor de tamaño comercial, y costaría diez millones de dólares, aunque posteriormente las autoridades del programa decidieron que sólo tendría fines de investigación. En 1953 se completó un estudio sobre un modelo D, que tendría un tamaño de 150 metros, y produciría 5 mil MW, suponemos que térmicos, puesto que aún no se había llegado a una etapa en que se pudiera plantear la conversión de la energía térmica en eléctrica. De cualquier manera era una energía seguramente mayor que la puesta en juego por las mayores máquinas convencionales de generación de energía eléctrica que existían en esa época. Los autores de la propuesta suponían que para el momento en que fuera construido ese tamaño ya resultaría aceptable. La teoría era rudimentaria, pero había una superabundancia de fondos.

Se hicieron experimentos con uso de corrientes enormes, de 40 mil amperios y una configuración toroidal, con la que se esperaba crear filamentos de gas ionizado, con resultados desalentadores. Contra las expectativas que suponían que se mantendrían durante milisegundos, sólo duraron microsegundos. Inicialmente, los cálculos se basaban en modelo lineales, pero la práctica mostró que no eran aplicables, y las computadoras existentes en ese momento eran insuficientes para analizar los no lineales; además, los mode-

los eran los así llamados de partícula única, es decir, no se tomaban en cuenta efectos colectivos. Fueron cuestionados, pero la teoría de los efectos colectivos, es decir oscilaciones del gas ionizado, aún se encontraba en una etapa rudimentaria.

Hacia fines de la década de 1950 se había percibido la aparición de los ya mencionados fenómenos de turbulencia y de una difusión del plasma hacia las paredes mayor que la prevista, así como el efecto nocivo de las impurezas arrancadas de éstas. Hacia 1960 se habían logrado plasmas estables durante decenas de milisegundos. En 1961 se hizo la propuesta de utilizar imanes superconductores para lograr campos magnéticos más intensos. Se propuso que podrían estar en operación para 1966, con lo cual se podría proceder a la construcción de un prototipo.

En la medida en que avanzaba la investigación se detectaron varios tipos de inestabilidades, resultado de efectos colectivos, que causaban pérdidas de energía y limitaban la densidad del plasma. Se produjeron varios adelantos, por ejemplo, la empresa Bell pudo fabricar imanes superconductores que alcanzaron a producir campos magnéticos de 88 kilogauss. Una máquina construida bajo la dirección de James Tuck permitió alcanzar temperaturas de 80 millones de grados y mayores densidades, pero durante tiempos muy cortos, del orden de microsegundos. Se propuso que para reducir las pérdidas y lograr que la máquina operara durante milisegundos había que construir un modelo de mayor tamaño, de unos 500 metros de longitud. Había una incertidumbre completa acerca de las leyes de escala para parámetros tales como campo magnético, diámetro y sección de las máquinas. Sin embargo, hubo mejoras en las técnicas de diagnóstico del plasma, que permitieron determinar, usando láseres, las temperaturas y densidades para diferentes momentos de una descarga y para diferentes puntos a lo largo de una columna de plasma.

Se imaginaron nuevos tipos de reactor, pero el Congreso ya se había vuelto escéptico, recordaba promesas no cumplidas y surgieron propuestas de disminución de los presupuestos. En 1965, la comisión legislativa a cargo de asuntos nucleares (Joint Committee of Atomic Energy) hizo una revisión del programa. Sugirió que si Estados Unidos no lograba ser el primer país en construir un reactor de fusión ello significaría una derrota desde el punto de vista de su prestigio. En una posición totalmente paradójica, admitió que era imposible estimar los costos, pero postuló que la energía nuclear de fusión haría una contribución a la economía, recomendando por ello aumentar los presupuestos en 15 por ciento anual.

En 1965 General Electric decidió reconsiderar su participación y dos años más tarde comenzó a dar fin a su programa. General Atomics siguió con el

suyo, pero con un financiamiento mayormente gubernamental, en tanto que la empresa MKS colaboraba realizando investigaciones pagadas por el gobierno.

A comienzos de la década de 1970 se dio el auge del movimiento ambientalista. Los científicos del programa de fusión proclamaron que sería una energía limpia, y que sólo se emitiría tritio, que tiene una vida media relativamente corta, de doce años. Es muy cuestionable que la emisión de tritio no fuera a producir daños. Proclamaron que se podrían elegir los materiales adecuados para reducir la contaminación radioactiva inducida en las paredes del reactor, y que los “combustibles avanzados” de una segunda o tercera generación serían aún menos contaminantes. Periódicos como el *New York Times* y el *Washington Post* repitieron en 1971 estas afirmaciones, que hoy aparecen como producto de un irrealismo extremo, puesto que treinta años después aún no se ha podido construir un reactor de primera generación que funcione, y la meta parece más lejana que nunca. Además, afirmaron que la fusión nuclear sería más segura. Hubo compañías eléctricas que lanzaron proyecciones exageradas acerca del crecimiento de la demanda para el año 2000 y que produjeron afirmaciones no menos irrealistas sobre las supuestas ventajas de la fusión sobre la fisión, por ejemplo planteando que ¡tendría eficiencias más altas! Al afirmar lo anterior no estoy negando la posibilidad abstracta de que eventualmente un reactor de fusión podría llegar a operar y mostrar eficiencias más altas que uno de fisión. Lo que afirmo es que, para el grado de avance registrado hasta ese momento, una proposición de este tipo era extremadamente conjetural.

Un ejemplo del irrealismo que prevalecía en esa época se encuentra en un artículo de Gerald L. Kulcinski, que preveía que para el año 2010 la energía nuclear de fusión proveería el 10% de la energía eléctrica de Estados Unidos. Incluso discutió los costos, incluyendo los de los materiales empleados, en circunstancias en que no se había aún percibido el efecto probable del daño por radiación sobre los materiales, afirmando que los de la energía generada no serían mayores que los de la producida por la fisión nuclear (Kulcinski, 1975).

En esa época se crearon varios grupos de estudio de esta supuesta alternativa en la Universidad de Princeton y en el laboratorio de Los Alamos, mientras se expandían los programas de posgrado en ingeniería nuclear de fusión, y se creaba una sección de ingenieros en fusión dentro de la asociación profesional de los ingenieros electricistas (Institute of Electrical and Electronic Engineers) que llegó a contar con cerca de 500 miembros en 1974. Con toda razón, señala Bromberg, había un aire de irrealidad en las afirmaciones de algunos de los partidarios de la fusión. Algunos científicos de Los Alamos opinaron correctamente que las compañías eléctricas involucradas no sabían de qué estaban hablando.

Desde la década de 1950 hubo un enorme crecimiento de la investigación básica en la física de plasmas, en la que están involucrados numerosos laboratorios estatales y universitarios en varios países, así como varias sociedades científicas, como la American Physical Society y el mencionado Institute of Electrical and Electronic Engineers. Se publican numerosas revistas, como *Plasma Physics and Controlled Fusion*, *Nuclear Fusion* (publicada por el OIEA), *Fusion Science and Technology* (por la *American Nuclear Society*). La investigación en esta área está subsidiada por varios organismos gubernamentales estadounidenses, como la National Science Foundation, el Department of Energy, la NASA y la Office of Naval Research. Hay empresas involucradas en la investigación de aplicaciones tecnológicas de la física de plasmas. El OIEA organiza una conferencia sobre energía de fusión cada dos años, con 600 participantes en las más recientes.

En 1971, y a pesar de las considerables dificultades ya encontradas, el mencionado Robert Hirsch lanzó una campaña para construir máquinas más grandes. Las llamadas Tokamaks (acrónimo en ruso de “cámara magnética toroidal”) concebidas por el equipo soviético de Lev Artsimovich, cuyo costo inicial proyectado fue de un millón de dólares, ya costaban varios millones, y se propusieron máquinas que costarían decenas, con corrientes que pasarían de 50 mil a 160 mil amperios. Suponían que se alcanzarían tiempos de estabilidad de medio segundo, y que para 1980 podría llegar a establecerse la factibilidad científica de la fusión, es decir verificarse el criterio de Lawson ya mencionado, y para 1990 construirse una planta de demostración.

Hacia 1973 el mayor problema parecía ser el de las impurezas arrancadas de las paredes. Los físicos soviéticos B. B. Kadomtsev, ya mencionado, y O. P. Pogutse plantearon que en la medida en que fueran aumentando las temperaturas, en ese momento del orden de algunos millones de grados, hasta los cien millones, no sólo iba a empeorar el problema sino que se producirían mayores pérdidas de calor por conducción. En ese momento, los costos estimados de un experimento con un Tokamak en la escala propuesta por Hirsch alcanzaba los centenares de millones. El gobierno de Nixon aceptó los pedidos de presupuesto de éste. Se publicaron proyecciones según las cuales los presupuestos alcanzarían 700 millones de dólares a mediados de los 1980 (Smith, 1980; Robinson, 1980). Ello no ocurrió, en realidad los presupuestos alcanzaron un nivel máximo; en 1983 fueron de 450 millones y disminuyeron en los últimos años, a un nivel de 275 millones en 1996.

Cabe hacer notar que siguieron aumentando en circunstancias en que obviamente las optimistas expectativas iniciales antes mencionadas ya se habían demostrado exageradas, y los plazos proyectados se alargaban considerablemente. En efecto, en un libro publicado en 1976, George H. Miley

señalaba que se esperaba demostrar la factibilidad científica antes de 1980 y que la factibilidad “ingenieril” lo sería hasta fines de siglo o comienzos del actual, predicción que resultó también exageradamente optimista (Miley, 1976).

En 1977, James Schlesinger, secretario de Energía bajo la presidencia de Carter, encargó un estudio a un grupo de Wisconsin, que reveló nuevos y mayores problemas. El muy intenso flujo de neutrones y los ciclos extremos de calentamiento y enfriamiento harían que las paredes no pudieran durar más de dos años, por lo que habría que proceder a su reemplazo periódico, que sería efectuado por robots de control remoto.

Hacia 1981 ya se había percibido otro problema igualmente serio, esto es el deterioro de las paredes del reactor por efectos del calor generado, aún para tiempos de operación menores a un segundo. Ya se había observado que el flujo de calor normal a la superficie alcanzaba valores suficientes para fundirla, lo que constituiría un grave problema para máquinas proyectadas como las TFTR y JET, y podría también causar grietas debidas a la expansión térmica de la superficie (Bohdansky, 1981).

El tamaño proyectado de reactores Tokamak estaría entre 500 y 2000 MW, lo que parecía demasiado grande para una tecnología no probada. El tiempo proyectado para la construcción de una planta de demostración se alargó hasta el año 2015.

En 1979, David A. Dingee estimó que serían necesarios miles de científicos e ingenieros que deberían trabajar durante un período de veinticinco a cuarenta años y a un costo de cincuenta mil millones de dólares. Planteó también que habría problemas con la provisión de materiales. Ya aludí a la dificultad de obtención de los isótopos del hidrógeno. Harían falta 200 kilogramos de deuterio y 300 toneladas de tritio para producir un gigawatt-año. El tritio se produciría por irradiación de litio en el mismo reactor. Nuestro autor admitía que, de lograrse la operación comercial de reactores de fusión, podrían agotarse las ya mencionadas reservas probadas de litio en Estados Unidos para el año 2050, pero planteaba la posibilidad de reciclar el litio, o de extraerlo del agua de mar (Dingee, 1979). En este último caso el costo energético sería sumamente alto.

La posibilidad de accidentes por el uso del litio, puesto que se trata de un material muy reactivo, fue mencionada recientemente por una comisión asesora del Parlamento Europeo (Fodor, 1996). La separación del tritio obtenido sería complicada, por la radioactividad y porque se trata de un gas que se formaría a partir de un sólido. En relación con este punto cabe mencionar que los ya mayormente abandonados reactores rápidos de cría, los dos que llegaron a funcionar en Francia, empleaban sodio como refrigerante, que es

un material igualmente reactivo, y que en efecto se produjeron incendios debidos a fugas de éste, lo que también ocurrió en un reactor soviético.

En 1970 comenzaron investigaciones sobre fusión con láser, un procedimiento que también tendría aplicación militar como mecanismo detonante de la bomba de hidrógeno, por lo cual fueron secretas. Los presupuestos aumentaron de dos millones a 145 en 1979 (Smit, 1980).

En noviembre de 1980 el presidente James Carter firmó la Ley sobre Ingeniería Magnética de Fusión (Magnetic Fusion Engineering Act) que estableció el objetivo de construir una planta de demostración para el año 2000.

LA ENERGÍA DE FUSIÓN Y LOS FASCISTAS

Otro aspecto muy poco conocido de la historia de la energía de fusión es que la única organización que realizó una campaña organizada para lograr apoyo público para la energía de fusión fue un movimiento fascista de carácter totalmente marginal. Se trata de un aspecto importante porque, en tanto que parlamentarios de varios partidos y en varios países votaron a favor de los proyectos de la energía nuclear de fusión, con el apoyo de organismos técnicos estatales, y de organismos internacionales como la OIEA, desde el punto de vista del apoyo del público no hubo prácticamente ninguno.

La historia de Lyndon La Rouche y de su movimiento es uno de los capítulos más sorprendentes de la historia política de los Estados Unidos. Una pequeña secta fundada por un personaje paranoide, matón y estafador convicto, tan extraño que hubiera resultado poco creíble aun como personaje de ficción, adquirió una considerable influencia en altos niveles del aparato estatal, en los partidos tradicionales, y en grupos tan diversos como algunos sectores de la comunidad científica y del Ku Klux Klan. No sólo eso, La Rouche fue tomado en serio por altos dirigentes latinoamericanos, como los presidentes José López Portillo, en México, y Raúl Alfonsín, en Argentina. López Portillo siguió promoviendo al timador aun en circunstancias en que cumplía una condena por estafa, involucrando en esta deplorable empresa a personajes de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística (Hernández López, 1998).

La Rouche comenzó su actividad política a fines de la década de 1940 como trotskista, y tuvo participación en los movimientos estudiantiles de la década de 1960. Hacia comienzos de la siguiente, seguido por un núcleo de fanáticos, comenzó a manifestar simpatías por el fascismo. Su política se caracterizó por una demagogia estridente que incluyó la difusión de teorías conspirativas y de acusaciones extravagantes y calumniosas contra varias personalidades públicas, incluyendo a opositores a políticos de extrema derecha,

como el senador Jesse Helms; racismo y antisemitismo; promoción del armamentismo y del militarismo; fraudes financieros y acciones violentas contra partidos y organizaciones de izquierda, como el Partido Comunista de Estados Unidos.

El fascismo de La Rouche tuvo una característica que no tuvieron otros movimientos fascistas, es decir el culto por la “alta” tecnología, tanto civil como militar. Apoyó de una manera militante la energía nuclear, utilizando la calumnia y las acusaciones más descabelladas contra los antinucleares. Creó en 1974 una organización para promover la energía nuclear de fusión, la Fundación de Energía de Fusión (FEF), que tuvo una participación activa en la promoción de sistemas militares de alta tecnología, como la Iniciativa de Defensa Estratégica (SDI por sus siglas en inglés) también llamada Guerra de las Galaxias, con el apoyo de altos funcionarios del gobierno de Reagan. La organización jugó un papel importante en la propaganda a favor de la SDI en varias capitales europeas, como París, Roma y Bonn, atrayendo a altos cuadros militares de esos países.

La FEF alcanzó considerable apoyo entre los científicos gubernamentales del área de energía de fusión. Publicó dos revistas, *Fusion e International Journal of Fusion Energy*. La Rouche también esbozó planes para la colonización del planeta Marte.

En 1978 en la máquina experimental Large Torus, construida en Princeton, se produjo un avance en cuanto al acercamiento a los valores planteados por Lawson. La FEF trató de manipular a algunos científicos y a los medios en una campaña de propaganda destinada a hacer creer que se estaba al borde de demostrar la factibilidad científica. Alcanzó también influencia en el Congreso de Estados Unidos, que se manifestó por ejemplo en que logró llevar a cabo un evento en el Senado.

A comienzos de la década de 1980 los partidarios mexicanos de La Rouche, que incluían a la después diputada y embajadora en Brasil Cecilia Soto, habían logrado influir sobre funcionarios del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y del Instituto Mexicano del Petróleo.

En 1984 varios directivos de la FEF fueron enjuiciados por fraude en los estados de Massachussets, Nueva York y Virginia. Los fondos de la FEF fueron intervenidos por el gobierno federal y la organización fue disuelta. Aun después de su desaparición, seguía contando con apoyo de algunos científicos e ingenieros, que en 1987 publicaron un desplegado contra su clausura en la revista *Spectrum* del Institute of Electrical and Electronic Engineers (King, 1989).

DELIRIOS Y PROGRESOS MODESTOS

En la década de 1970 hubo adelantos importantes en la eliminación de macro-inestabilidades y la reducción de micro-inestabilidades, mejoras en la obtención de vacíos, eliminación de impurezas y medición de temperaturas. Sin embargo, no se habían identificado materiales adecuados para las paredes. Se esperaba mejorar la comprensión de las leyes de escala para el confinamiento.

Ya para 1986 apareció un autor que planteó que las leyes de escala que se conocían eran fenomenológicas, es decir no basadas en la comprensión de los fenómenos físicos involucrados, y que por lo tanto su extrapolación hacia mayores tamaños era poco confiable, lo que ponía en una situación difícil a los diseñadores, dado el alto costo de los experimentos con Tokamaks (Roth, 1986). Planteó asimismo que la teoría existente era incapaz de predecir los coeficientes de transporte o los tiempos de confinamiento necesarios para la operación del reactor de fusión, o para extrapolarlos de los experimentos actuales a máquinas mucho mayores

Hacia 1974 se percibía ya que, en caso de que efectivamente pudiera lograrse la fusión, sólo sería posible la operación económica de generadores mucho mayores que cualquiera de los convencionales existentes en ese momento. Tendrían que ser de varios gigawatts, en tanto que los mayores convencionales eran, y siguen siendo del orden de 1 gigawatt. Se esperaba que el crecimiento de la demanda hiciera posible acomodarlos en las redes eléctricas para el año 2000 (Besancon, 1974).

En 1977, N. Bassov, Premio Nobel de Física y uno de los líderes del programa soviético, planteó que la condición de Lawson sería alcanzada “en los ochenta” (Bassov, 1977). Planteó además que una planta de demostración costaría cuatro mil millones, una comercial de 15 a 20. El ya mencionado Boris Kadomtsev había planteado en 1976 que sería posible tener una planta de fusión en funcionamiento para el año 2000 (no está claro si se refería a una de demostración o a una comercial) (Anónimo I, 1976). En 1984 el conocido divulgador de la ciencia Isaac Asimov produjo una evaluación tan frívola como ambigua sobre las posibilidades de la fusión, afirmando que “no cabe duda de que se conseguirán las temperaturas requeridas”, y que “el progreso ha sido lento, pero no existen aún señales definitivas de haber llegado a un callejón sin salida” (Asimov, 1993).

ALGUNOS ACONTECIMIENTOS RECIENTES

Aunque mi información sobre los presupuestos es muy fragmentaria, los escasos datos muestran que seguían siendo considerables. En el caso de Gran

Bretaña era de 132 millones de dólares anuales hacia comienzos de la década de 1990. Sus dirigentes no habían perdido la costumbre de convocar a la prensa y destapar botellas de champaña para celebrar modestos avances, anunciando que los reactores de fusión estarían en operación para el año 2040... o más tarde (Anónimo II, 1991). En el caso de Estados Unidos el presupuesto en los primeros años del siglo era del orden de 250 millones.

No pueden haber dudas de que han habido avances. En efecto, el parámetro más importante es el mencionado producto de Lalwson, y en los últimos veinticinco años se logró aumentar cien mil veces. Pero con la característica de que también se han vuelto aparentes las inmensas dificultades del problema. En 1993 y 1994 se hicieron los primeros experimentos extensivos en el Tokamak de Princeton con mezclas de deuterio-tritio, con resultados mejores que en los plasmas de deuterio ensayados anteriormente, alcanzándose valores de potencia cien millones de veces mayores que en los realizados veinte años antes (Anónimo III, 1997). Se trata de un progreso, pero no prueba que el funcionamiento de un reactor viable esté mucho más cerca.

El primer caso de un científico que plantea la posibilidad de que nunca llegue a funcionar un reactor nuclear de fusión fue el de William H. Perkins, en un artículo publicado en la revista *Science*.

Otro caso notable fue el de Lawrence Lidsky, que participó en el programa estadounidense desde 1959, como director asociado del Laboratorio de Plasmas del Instituto Tecnológico de Massachusetts y director de la revista *Journal of Fusion Energy*. En 1972 planteaba que en cinco años se podría establecer la viabilidad de la fusión, aunque reconocía la seriedad de las dificultades existentes, así como la posibilidad de que el logro de la viabilidad científica no garantizaría la técnico-económica, debido a serios problemas ingenieriles, como el del daño por radiación, en lo que el avance posterior del conocimiento mostró que apuntaba en la dirección correcta. A pesar de ello se aferraba a esperanzas metafísicas (Lidsky, 1975).

Sin embargo, hacia 1978 Lidsky se convenció que los problemas tecnológicos no podrían ser resueltos. Planteó que un reactor alimentado con deuterio y tritio sería demasiado grande, complejo, costoso y poco confiable. Mencionó los problemas que causarían las extremas diferencias de temperaturas, ya que los imanes superconductores debían operar a temperaturas cercanas al cero absoluto mientras los plasmas debían estar a decenas de millones de grados. La radioactividad sería tan alta que no permitiría que entraran trabajadores para efectuar reparaciones. Trató discretamente de alertar a sus colegas y a funcionarios gubernamentales, sin lograr que se iniciara una discusión. A algunos no les importaba, otros no querían saber (Haney, 1983).

En la actualidad parecen haberse agotado las posibilidades de todas las máquinas existentes, y por ello se plantea construir una máquina de investigación mucho mayor que las existentes, el llamado International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER). Cabe mencionar que este proyecto representa un intento de revertir la tendencia que se dio en las dos últimas décadas. En efecto, en 1983 comenzó a operar el reactor mencionado reactor JET, de un diámetro de un metro; entre 1991 y 1999 comenzaron a operar seis reactores experimentales más en Gran Bretaña, Suiza, Alemania, Estados Unidos y Japón, cuyos diámetros eran menores, entre 0,67 y 0,22 metros. Se preveía que el ITER tendría un radio de 6 metros.

El proyecto surgió en 1985 en una reunión del presidente estadounidense Reagan con el primer ministro de la Unión Soviética Gorbachov. Sería realizado como empresa conjunta de varios países, que incluirían a Canadá, varios europeos, Japón, Estados Unidos y Rusia. El costo propuesto por el OIEA sería de unos 3.200 millones de dólares, para la construcción, que duraría nueve años; el de la operación durante veinte años sería de 3.760 millones y el desmantelamiento costaría 335 millones. Fuentes periódicas han publicado cifras más altas, entre diez a quince mil millones de dólares. Su potencia sería de 500 MW, pero requeriría de 110 MW para ser operado, y sólo entregaría 40 MW a la red.

El costo sería diez veces más grande que el del acelerador de partículas del Centro Europeo de Investigación Nuclear (CERN), probablemente el dispositivo más costoso construido hasta ahora como esfuerzo cooperativo de investigación de varios países. Estas estimaciones muestran que el ya mencionado Bassov obviamente se quedó muy corto, porque en este momento se plantea que la proyectada ITER, que no es ni de demostración ni comercial sino de investigación, podría costar la cantidad que sugirió veinticinco años antes para un reactor comercial.

Si llegara a operar requeriría además enormes inversiones para la provisión de la materia prima. La ya mencionada obtención de tritio por irradiación de litio sólo sería posible una vez que hubiera por lo menos un reactor de demostración. ITER quemaría medio kilogramo de tritio por día, lo que contrasta con las ya mencionadas existencias mundiales.

Una comisión asesora del presidente de Estados Unidos planteó en 1995 que si bien hay varios problemas por resolver los obstáculos no serían insuperables (Schmidt, 1997). Varios físicos han publicado llamados a no construirlo en la revista *Physics Today* (Paméla, 1997; Postel-Vinay, 1997). Los físicos William Dorland y Michael Kotschenreuther presentaron un trabajo en 1996, en el que sugerían que en el ITER habría grandes pérdidas por turbulencia, y que por consiguiente no podría funcionar, en tanto que otros físi-

cos afirmaron que ningún reactor de fusión lo hará nunca (Rothstein, 1997). En 1999 el gobierno de Estados Unidos renunció a participar. Los restantes gobiernos hicieron saber a los autores del proyecto que no podrían pagar el costo y sugirieron que presentaran un proyecto de menor costo. En efecto, se ha estado elaborando un proyecto de reactor que costaría la mitad. Se prevé que su utilidad en lo relativo a ensayos tecnológicos sería menor. En el 2005 los países involucrados decidieron que se construiría en Francia.

LOS RESULTADOS MÁS IMPORTANTES

La investigación sobre energía nuclear de fusión comenzó hace casi medio siglo, en medio de expectativas de un optimismo que ahora puede parecer temerario, si tenemos en cuenta que se trataba de alcanzar condiciones físicas totalmente fuera de escala con las alcanzadas hasta ese momento, y en circunstancias en que la comprensión teórica era muy escasa. Ni los resultados teóricos ni los experimentales resultan suficientes para afirmar que los obstáculos fundamentales han sido superados, ni siquiera que se ha avanzado lo suficiente como para garantizar que las soluciones serán alcanzadas.

La característica central de la historia de la energía nuclear de fusión ha sido el alargamiento de los plazos, el aumento de los costos y la acumulación de problemas no anticipados. Los avances realizados han mostrado varios enormes problemas de este tipo.

En primer lugar, no importa la calidad del conocimiento sobre las leyes de escala para los tamaños alcanzados en los reactores experimentales construidos hasta ahora, nada garantiza su validez para tamaños mayores, mayores temperaturas, y más altas densidades del plasma. El primer gran problema no anticipado, y seguramente el más importante para la historia de la tecnología, es el de las peculiares propiedades de escala de la energía nuclear de fusión. En efecto, como lo afirma el mencionado J. Reece Roth (1986):

las máquinas de vapor, molinos de viento, hasta los reactores nucleares de fisión, se desarrollaron inicialmente para tamaños unitarios pequeños, del orden de decenas de kilowatios a un megavatio [...] [en tanto que] los reactores nucleares de fusión parecen estar gobernados por leyes de escala que determinan tamaños mínimos muy grandes, del orden de los gigavatios.

Por ello parece dudoso que, aun suponiendo condiciones favorables en cuanto a apoyo, pudiera efectivamente demostrarse la factibilidad científica y técnica de esta forma de producción de energía, menos la técnico-económica.

En segundo lugar, está la percepción de la severidad de las condiciones a que serán sometidos los materiales empleados en las máquinas de fusión, es

decir la ya mencionada necesidad de remover las paredes de los reactores tras períodos relativamente cortos de operación, lo que implica la generación de enormes masas de desechos radioactivos, e incluso la posibilidad de que no pueda funcionar nunca porque el gran flujo de calor causaría el deterioro de las superficies interiores de las paredes de los reactores en tiempos muy cortos.

Y finalmente, existe un gran problema teórico no resuelto, sin que existan elementos que permitan vislumbrar una solución. En efecto, en los libros de historia de la ciencia se presenta el gradual desarrollo de cada disciplina. Aparecen entonces como un recuento de problemas resueltos y una lista de los científicos que los fueron resolviendo, pero no se mencionan los no solucionados, ni la posibilidad de que haya problemas insolubles. Tal vez uno de los más importantes dentro de esta categoría es el de la turbulencia, con lo que no quiero afirmar que no se haya avanzado sino que el avance no ha sido suficiente. Este hueco tiene una gran importancia en este caso. Porque en efecto, sabemos que el fenómeno de la fusión nuclear se da en la naturaleza, en el sol y en las estrellas, y en este caso, como ya lo mencioné, los modelos construidos muestran que la región en que se produce el fenómeno está rodeada por una zona de movimiento turbulento del plasma. Pero no sabemos si es posible construir una máquina en que este tipo de movimiento no ocurra, lo que tiene una relación obvia con la insuficiencia de una teoría de la turbulencia. Si es imposible evitar que ocurra, entonces la posibilidad de construir un reactor nuclear de fusión sería muy dudosa, porque el movimiento turbulento sería un obstáculo para limitar el flujo de calor hacia las paredes, lo que provocaría su rápido deterioro. Éste es tal vez el más fundamental de los problemas planteados.

DOS HIPÓTESIS Y REFLEXIONES FINALES

La historia relatada tiene implicaciones para la sociología de la ciencia y para la política y sociología de la tecnología.

La sociología dominante de la ciencia, tal como fue formulada por el estadounidense Robert K. Merton en la década de 1940, supone que la ciencia queda incontaminada por las ideologías o políticas de la clase en el poder (Merton, 1973). La versión de ultraizquierda, a la Varsavsky —por el matemático argentino Oscar Varsavsky, 1920-1976—, supone que ésta le impone sus normas, valores y campos de investigación (Varsavsky, 1994). Contra ambas, es posible una pretensión más modesta, de que en determinadas coyunturas históricas y ámbitos del conocimiento las burocracias técnicas actúan para convertir a determinados grupos de científicos en militantes de una determinada visión, socialmente construida y esencialmente falsa, o falsa o incorrecta en aspectos sustanciales, de determinados sistemas sociotécnicos.

Es indudable que durante los casi cincuenta años transcurridos ha habido una enorme acumulación de conocimientos científicos acerca de la física de plasmas, así como avances tecnológicos importantes, pero ninguna acumulación de conocimientos asegura *per se* las condiciones materiales necesarias para su aplicación efectiva, en este caso en términos del objetivo central.

La situación de la energía nuclear de fisión parece mostrar, después de un período de funcionamiento del mismo orden que el de la investigación en energía nuclear de fusión, que se encamina hacia el fracaso. Fracaso de un sistema tecnológico que ha operado durante medio siglo, y que provee una parte sustancial de la energía de países que son grandes consumidores de energía eléctrica. Esta afirmación puede parecer desmedida, pero sostengo que es correcta, en términos de los objetivos inicialmente planteados por todos los gobiernos a través del OIEA, de que se volviera la forma dominante de generación, ya que sólo llegó a alcanzar un efímero auge durante dos o tres décadas y parece estar en vías de desaparición. Sin embargo, si bien este fracaso de la fisión sería mucho más costoso que el de la fusión, en términos de costos y beneficios parece obvio que el de mayor magnitud es el de esta última; porque en el primer caso los reactores de fisión han funcionado, como se mencionó, mientras que en el segundo ni siquiera se ha llegado a probar su factibilidad desde el punto de vista puramente científico. Con relación a lo anterior, la afirmación que se encuentra en la página web del OIEA en el sentido de que “la investigación en fusión ha sido relativamente barata” parece sumamente extraña.

Es probable que uno de los efectos más importantes de la historia de la investigación acerca de la energía nuclear de fusión haya sido el de mostrar los límites de la ideología del progreso y de la dominación de la naturaleza, que ha permeado al pensamiento occidental desde el siglo XVII, en que fue propuesta por Descartes y Bacon. El científico C. F. von Weizsäcker ha afirmado que “el pensamiento de nuestra ciencia se prueba a sí mismo en la acción, en el experimento exitoso. Experimentar significa ejercer poder sobre la naturaleza. La posesión de este poder es entonces la prueba última de la corrección del pensamiento científico” (citado por Leiss, 1972). Si es así, nuestra incapacidad para demostrar la factibilidad de un reactor nuclear de fusión es una prueba de las insuficiencias de nuestro conocimiento en este terreno.

Uno de los aspectos más notables de esta historia es el reconocimiento por el mencionado David A. Dingee, autor favorable a esta supuesta alternativa, en el artículo mencionado, de que la energía nuclear de fusión nunca tuvo una “*constituency*”, es decir que no tenía apoyo ni de la industria eléctrica ni del público. Nunca hubo una fuerza social visible o grupo de interés o de presión que la apoyara, y se puede suponer que el grupúsculo fascista mencionado

nunca fue un factor de peso. Es por ello totalmente asombroso que a pesar de ello los programas de fusión hayan continuado durante casi cincuenta años, con una enorme inversión de recursos materiales y humanos, sin que se vislumbre o aparezca como cada vez más incierta la posibilidad de una aplicación tecnológica efectiva en términos de su objetivo central. Si es así, la energía nuclear de fusión quedará como el mayor error de predicción tecnológica, y como el mayor derroche de recursos de la historia de la tecnología.

El resultado de que para poder probar la viabilidad de un generador de energía tenga que construirse un modelo, que no es ni siquiera un prototipo, de un tamaño mayor que el de cualquier generador existente, es seguramente uno de los menos imaginados en la historia de la tecnología. Se podría especular sobre la posibilidad de que se llegue al punto en que se pudiera construir un reactor de fusión viable en términos de producción de energía, pero que resultara inviable por su excesivo tamaño.

La viabilidad de una tecnología determinada requiere primero determinar su viabilidad científica, segundo la tecnológica, y finalmente la económica. Sin embargo, si se trata de una tecnología para la cual los costos de investigación y desarrollo se elevan a decenas de miles de millones de dólares, cabe preguntar si no debería comenzar por la viabilidad técnico-económica. En este aspecto, parecería que antes de continuar la investigación y desarrollo procedería calcular los costos que tendría, para máquinas de este tamaño, no sólo el reemplazo cada dos años de las paredes del reactor, sino el costo de los depósitos de desechos para semejantes masas de materiales.

El reconocimiento del fracaso de un proyecto de desarrollo tecnológico no debe ser visto como una posición oscurantista o anticientífica, sino como un reconocimiento de que en determinadas coyunturas históricas puede haber proyectos inviables, o incluso de que puede haber metas tecnológicas deseables pero inalcanzables.

En todos los casos mencionados de fracasos tecnológicos se puede suponer que hubo errores de cálculo, y que era imposible prever que las expectativas no se cumplirían. Pero el caso de la energía nuclear de fusión parecería el más inexplicable desde el punto de vista de errores de cálculo. Si bien podemos aceptar el punto de vista del mencionado Asimov, de que no está probado que sea imposible, cabe preguntar, ¿cuál es la racionalidad de seguir invirtiendo recursos para lograr una meta que parece tan elusiva como costosa, en circunstancias en que tampoco hay ninguna garantía de que si llega a probarse la factibilidad científica con ello también se logre la técnico-económica?

La historia de la energía nuclear de fusión parece entonces la de un gradual deslizamiento hacia la irracionalidad. Porque en efecto, si suponemos que la racionalidad de los programas de investigación y desarrollo apoyados

por los gobiernos acepta plazos y costos mayores que los de las mayores empresas privadas, es muy difícil imaginar que se hubieran invertido los cuantiosos recursos empleados de haber sabido que no se alcanzarían resultados en menos de cien años, período que va más allá de cualquier horizonte de planeación en la historia. Y la renuencia de la comunidad de los científicos nucleares a reconocer que se trata de un fracaso representaría una confirmación de la tesis de que algunas comunidades científicas pueden en determinadas circunstancias comportarse de manera irracional. Por supuesto que hay que agregar que las comunidades científicas no actúan en un vacío social, sino que son influidas por los aparatos ideológicos y técnicos del Estado, y ningún Estado ha renunciado hasta ahora a la energía nuclear, ni al objetivo de continuación del presente modelo energético y de transporte.

En 1948, Anthony Cliff, un militante trotskista británico que publicó libros y artículos sobre temas políticos, formuló una propuesta sobre el futuro del capitalismo que iba en contra de las teorías catastrofistas que habían dominado el pensamiento marxista durante las décadas de 1920 a 1940. La existencia de este pensamiento catastrofista no era casual, sino que se fundaba en varios hechos, tales como la espantosa masacre de la Primera Guerra Mundial, la revolución bolchevique en Rusia y la devastadora crisis económica de 1929. Obviamente, la Segunda Guerra Mundial era otro hecho que podía apoyar este pensamiento catastrofista, que llevó a muchos a pensar que el capitalismo se enfrentaba a una crisis terminal. En contra de esta visión catastrofista, Cliff planteó que podía haber un período de estabilización, y que la carrera armamentista podría contribuir a ésta, como forma organizada y planeada de derroche de recursos, uno de cuyos efectos sería el de atenuar las variaciones cíclicas de las economías capitalistas (Callinicos, 1990).

Cliff no recibió el reconocimiento que merecía. En efecto, los economistas convencionales nunca aceptaron las visiones catastrofistas, y su propuesta era subversiva, en cuanto minaba las pretensiones de las burguesías y de sus gobiernos de que el armamentismo era necesario para confrontar las amenazas de expansión soviética. Por otra parte, el feroz antagonismo entre trotskistas y stalinistas tampoco favorecía el reconocimiento por estos últimos de que los primeros pudieran aportar nada. Se puede suponer que los estudiosos de la ciencia y la tecnología no leen literatura política, menos de grupos marginales como los trotskistas.

Parecería plausible sugerir una extensión de la propuesta de Cliff al caso de la investigación y el desarrollo de los sistemas tecnológicos de gran tamaño, alta complejidad y condiciones físicas extremas. Si la investigación y el desarrollo en estos sistemas continúa a pesar de la acumulación de señales adversas, ello ocurre porque cumple una función política y económica simi-

lar a la de la carrera armamentista. Y si los recursos empleados no lo son para una utilización más racional, como podría ser la investigación y desarrollo en energías “suaves”, tales como la solar, geotérmica, eólica, etc., ello no ocurre solamente por la aversión del gran capital de la industria energética hacia las alternativas de menor escala, por causas que no voy a explorar en este trabajo, sino porque las inversiones nunca podrían llegar al nivel de derroche de recursos de las alternativas como la fusión.

Se podría alegar que el derroche de recursos que representa la investigación y el desarrollo para la energía nuclear de fusión es pequeño en relación con los gastos de la carrera armamentista. Es posible, pero relativamente pequeño no significa despreciable. La irracionalidad de la investigación y el desarrollo en la energía nuclear de fusión y alternativas semejantes podría ser en efecto una contribución pequeña pero significativa a un derroche de recursos que asegura una estabilidad relativa a un sistema socioeconómico que siempre estuvo caracterizado por su irracionalidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anónimo I (1976), entrevista a Boris Kadomtsev publicada *El Día*, 20 de octubre, p. 21, reproducida de *Novedades de Moscú*, N° 41.
- Anónimo II (1191), información de la agencia Reuters, “Afirman haber logrado el control de la fusión nuclear”, en *La Jornada*, 11 de noviembre, p. 30.
- Anónimo III (1997), *1998 Yearbook of Science and the Future*, Encyclopedia Britannica, Inc., pp. 305-306.
- Asimov, Isaac (1993), *Nueva guía de la ciencia: ciencias físicas*, Barcelona, RBA Editores, pp. 634 y 636; original publicado por Basic Books en 1984.
- Bassov, N. (1977), “International Cooperation in Thermonuclear Physics”, en *Scientific World*, XXI, 4, Londres, pp. 20-21.
- Besancon, Robert M. (comp.) (1974), *Encyclopedia of Physics*, 2ª ed., Van Nostrand, artículo sobre “fusion”, pp. 377-381.
- Bohdansky, J. (1981), “Plasma Wall Interactions in Tokamaks”, en G. Casini, (comp.), *Plasma Physics for Termonuclear Fusion Reactors*, Harwood, pp. 219-253.
- Bromberg, Lisa Joan (1982), *Fusion: Science, Politics and the Invention of a New Energy Source*, MIT Press.
- Callinicos, Alex (1990), *Trotskyism*, University of Minnesota Press.
- Dingee, David A. (1992), “Fusion Power”, en *Chemical and Engineering News*, 2 de abril de 1979, pp. 32-47.

- Flores Valdés, Jorge y Menchaca, Arturo, *La gran ilusión: la fusión fría*, México Fondo de Cultura Económica.
- Fodor, Igor (1996), "Views ITERated on Proposed New Reactor, Ignitor, Fusion Power", carta al director de *Physics Today*, diciembre, pp. 11-13; el autor cita a *The Economist* del 16 de noviembre de 1995, p. 10.
- Haney, Daniel Q. (1983), "Thermonuclear fusion isn't the answer, says energy authority", en *Boston Globe*, 3 de octubre, p. 45.
- Harich, Wolfgang (1975), *Kommunismus ohne Wachstum*, Rowohlt Verlag, Reinbek.
- Hernández López, Julio (1998), "Astillero", en *La Jornada*, 7 de diciembre, p. 10.
- Jones, Barrie W. (1999), *Discovering the Solar System*, Nueva York, John Wiley.
- King, Dennis (1989), *Lyndon La Rouche and the New American Fascism*, Doubleday.
- Kulcinski, Gerald L. (1974), "Fusion Power: An Assessment of its Potential Impact in the United States", en Lon C. Ruedisili y W. Firebaugh Morris (comps.) (1975), *Perspectives on Energy*, Oxford University Press, pp. 312-335; originalmente publicado en *Energy Policy Journal*, junio de 1974.
- Leiss, William (1972), *The Domination of Nature*, Boston, Beacon Press.
- Lidsky, Lawrence (1974), "The Quest for Fusion Power", en la misma compilación de Lon C. Ruedisili y W. Firebaugh Morris, pp. 299-311, originalmente publicado en enero de 1972 en *Technology Review*.
- Lowen, Rebecca S. (1987), "Entering the Atomic Race: Science, Industry and the Government", en *Political Science Quarterly*, 102, 3, otoño, pp. 459-479.
- Mariscotti, Mario (1985), *El secreto atómico de la Isla Huemul*, Buenos Aires, Editorial Sudamericana.
- Martin, Brian y Richards, Evelleen (1995), "Scientific Knowledge, Controversy and Public Decision Making", en Sheila Jasanof *et al.*, *Handbook of Science and Technology Studies*, Sage.
- Martinell, Julio (1995), *Los prometeos modernos o el esfuerzo para controlar la fusión nuclear*, 2ª ed., Fondo de Cultura Económica.
- Meadows, D. L. *et al.* (1972), *Límites del crecimiento*, México, Fondo de Cultura Económica; edición original en inglés publicada el mismo año.
- Merton, Robert K. (1973), *The Sociology of Science*, University of Chicago Press.
- Miley, George H. (1976), *Fusion Energy Conversión*, American Nuclear Society, p. 1.
- Miyamoto, Kenro (1980), *Plasma Physics for Nuclear Fusion*, MIT Press, pp. 523-524.
- Paméla, Jérôme y Michel Chatelier (1997), "Des Premiers Tokamaks au Projet ITER: la longue marche de la fusion para confinement magnétique", en *La Recherche*, N° 299, junio, pp. 61-66.

- Kenneth, J. H. Phillips (1992), *Guide to the Sun*, Cambridge University Press.
- Postel-Vinay, Olivier (1997), "ITER Sera-t-il Jamais Construit? Autour de ce mégaprojet l'étau des critiques se resserre", en *La Recherche*, N° 299, pp. 72-75.
- Robinson, Arthur L. (1980), "Energy Sweepstakes: Fusion Gets a Chance", en *Science*, 210, 24 de octubre, p. 415.
- Roth, J. Reece (1986), *Introduction to Fusion Energy*, Ibis, pp. 360-361.
- Rothstein, Linda (1997), "Turbulent Times for Fusion Power", en *Bulletin of Atomic Scientists*, septiembre-octubre, pp. 5-8; cita varias cartas publicadas por James Krumhansl, William Perkins y Chauncey Starr en *Physics Today* de marzo de 1997.
- Schmidt, John A., Davidson, Ronald C. y Holt, Rush D. (1997), "Development of Fusion Power Seen as Essential to World's Energy Future: Critics Respond", carta al director de *Physics Today*, mayo, pp. 11 y 13.
- Smit, Win A. y Boskma, Peter (1987), "Laser Fusion", en *Bulletin of Atomic Scientists*, diciembre, pp. 34-38.
- Smith, Jeffrey R. (1980), "Legislators Accept Fast Paced Fusion Program", en *Science*, 210, 17 de octubre, p. 290.
- Stewart, John A. (1990), *Drifting Continents and Colliding Paradigms: Perspectives on the Geoscience Revolution*, Indiana University Press.
- Varsavsky, Oscar (1994), *Ciencia, política y cientificismo*, Buenos Aires, Centro Editor de América Latina [primera edición, 1969].

KARIN KNORR CETINA

LA FABRICACIÓN DEL CONOCIMIENTO. UN ENSAYO SOBRE EL CARÁCTER CONSTRUCTIVISTA Y CONTEXTUAL DE LA CIENCIA

BERNAL, EDITORIAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE QUILMES, 2005, 366 PÁGINAS.

PABLO KREIMER

Este libro es un clásico. ¿Un clásico de sólo 25 años? Bueno, es que la sociología del conocimiento científico contemporánea es una disciplina relativamente joven. Al mismo tiempo, y tal vez paradójicamente, es un clásico en cierta medida poco conocido, sobre todo si se lo compara con algunos trabajos contemporáneos, como *La vida de laboratorio*, de Bruno Latour y Steve Woolgar. En efecto, mientras este último fue traducido a varias lenguas –entre ellas al castellano hace más de una década– y largamente debatido, el libro de Knorr Cetina aún no estaba disponible más que en inglés (agotado) y en alemán.

La traducción y publicación en castellano, un cuarto de siglo después de su edición original, se debe a que se trata de una obra que, desde las entrañas de los laboratorios de investigación científica, nos interpela acerca de un conjunto de problemas que exceden al mero espacio de trabajo de los científicos, y nos lleva a interrogarnos acerca de la naturaleza del conocimiento, de su relación con la cultura, de las relaciones entre epistemología y cultura y, sobre todo, del conocimiento como una producción *de la sociedad*.

Otro aspecto interesante es que la preocupación sociológica de Knorr Cetina excede el estricto interés en la ciencia, y se orienta hacia problemas teóricos y metodológicos más generales de las ciencias sociales. De hecho, una de las preguntas que Knorr Cetina ha ido formulando a lo largo de su obra, podría plantarse bajo la forma de ¿qué aporte podría hacer la sociología de la ciencia a la sociología en general? Según la autora, “cuando aprendemos de los estudios de laboratorio sobre el carácter ‘situado’ del conocimiento, ello puede ser aplicado a cuestiones más amplias sobre la localización de la experiencia social en sitios múltiples y variados...” (1995, p. 163). Y concluye que,

puesto que las formulaciones teóricas sobre la relevancia de lo local son aún débiles, “el laboratorio, tal como ha sido estudiado por el abordaje CTS, puede ayudar a comprender varios tópicos implicados en lo que llamamos ‘situación y localización’, y a enriquecer teóricamente estas perspectivas” (*ibidem*).

Knorr Cetina avanza de un modo significativo sobre dos terrenos que siempre han resultado de difícil resolución. Por un lado, intenta conceptualizar las dimensiones *culturales* de la ciencia, conglomerado siempre difuso y polisémico, como todo aquello que debe lidiar con la definición, teórica y operativa, de la cultura. Esta reflexión va a ser profundizada por Knorr Cetina en un libro más reciente, *Epistemic Cultures*. Allí señala:

Cultura, como yo uso este término, se refiere a patrones agregados y a dinámicas que se observan en la práctica experta y que varían en diferentes dispositivos de *expertise*. La cultura, entonces, se refiere a las prácticas de un modo determinado [...] La noción de cultura ofrece a la práctica una sensibilidad simbólica y de sentido. [...] En mi posición, las perspectivas de la cultura que ignoran las prácticas y la experiencia son tan limitadas como las visiones sobre las prácticas que extraen los símbolos de las pinturas (1999, pp. 10-11).

Además, según Knorr Cetina, las “culturas epistémicas son culturas que crean y garantizan el conocimiento, y la *primera institución de conocimiento a lo largo del mundo es, aún, la ciencia*” (*ibid.*, p. 5. Las cursivas son mías).

Por otro lado, la autora nos propone una reflexión sobre otro problema crucial: ¿cómo dar cuenta de las articulaciones entre el nivel micro y el nivel macrosocial? De allí se derivan diversas cuestiones más o menos clásicas, tales como ¿en qué medida lo que es válido en un nivel puede igualmente observarse en el otro?, o ¿qué relaciones de causalidad es posible establecer entre uno y otro nivel? A Robert Merton –fundador de la sociología de la ciencia– el estudio de la ciencia le sirvió para “bajar” el nivel de análisis de las *grandes corrientes* que predominaron hasta la década de 1940 –funcionalismo, marxismo– y que pretendían explicar la sociedad “en su conjunto”. Concentrarse en la ciencia como institución le permitió, en un espacio acotado, desarrollar las *teorías de alcance medio* y proponer innovaciones conceptuales (la operación de una estruc-

tura normativa *ad hoc*, o la identificación de funciones manifiestas y latentes) que en un nivel macro hubieran sido difíciles de observar (para un análisis del programa funcionalista de la sociología de la ciencia véase, por ejemplo, Kreimer, 1999 y Torres, 1994).

Análogamente, Knorr Cetina observa, a partir del estudio microsocioal de laboratorios de investigación científica, dinámicas socio-cognitivas que no se pueden percibir en otro nivel análisis. Pero además formula reflexiones que van más allá de ese ámbito, y que ponen en juego, entre otros, el problema de las múltiples racionalidades en juego en las prácticas sociales. Sus trabajos en esta dirección han sido publicados en otro libro clásico, junto con Aaron Cicourel: *Avances en la teoría social y la metodología. Hacia una integración de las micro y las macro sociologías* (el libro se editó en 1981, el mismo año que *La fabricación del conocimiento*).

El principal aporte de Knorr Cetina consiste en romper con la idea de que los científicos tienen –*qua* científicos– un solo modo de razonamiento, sustentado en algunas de las variantes del método científico, en donde prima la racionalidad por sobre cualquier otra modalidad, tanto en sus prácticas como en sus discursos. Por el contrario, esta autora desarrolla una rica sociología que muestra que los científicos pueden ser analizados según diferentes “lógicas” en movimiento: el científico como razonador “práctico”, “indicial”, “analógico”, “socialmente situado”, “literario” y “simbólico”. Así, rompe con la idea unidimensional que estaba presente en la sociología funcionalista (y también en la elaboración de otros autores, como Pierre Bourdieu), según la cual los científicos se limitaban a una racionalidad instrumental que consistía en “hacer avanzar el conocimiento” y, a través de ello, ganar prestigio propio. Dicho de otro modo, el científico es un sujeto social cuyos razonamientos y prácticas no se diferencian de un modo sustantivo de otros razonamientos y prácticas sociales.

Avanzando en esta dirección, Knorr Cetina muestra, y lo muestra empíricamente –lo que no es trivial– que la distinción entre los aspectos sociales y los aspectos cognitivos es artificial. Cuando uno ingresa dentro de los laboratorios, no es posible determinar que los aspectos “técnicos” del conocimiento que impregnan las prácticas de los laboratorios, y que a menudo se

presentan a los legos como algo altamente esotérico, estén desvinculados de los aspectos sociales en sentido amplio, es decir, políticos, económicos, culturales. Visto desde hoy, este problema parece estar incorporado a cierto sentido común. Sin embargo, no era el caso hace un cuarto de siglo. Dice la autora:

Las distinciones entre lo cognitivo y lo social, lo técnico y lo referido a la carrera, lo científico y lo no científico, constantemente se desdibujan y se redibujan en el laboratorio. Además, el tráfico entre las áreas sociales y las técnicas o científicas es en sí mismo un tema de negociación científica: el conocimiento socialmente producido de hoy puede ser el hallazgo técnico científico de mañana, y viceversa.

Materias no científicas se “cientifican”, no solamente en áreas de políticas, sino también dentro del laboratorio. Con el fin de llevar a la práctica nuestro interés en las preocupaciones “cognitivas” (más que en sus relaciones sociales) debemos ver las actividades reales del laboratorio *indiscriminadamente* (1981, p. 20).

Otro aporte fundamental que hace Knorr Cetina en este libro se encuentra en la propuesta para estudiar un tópico fundamental en la organización de colectivos científicos. Primero formula una profunda crítica a todos los modelos de análisis precedentes, a los que estigmatiza como “modelos cuasi-económicos” que restringen la actividad de los científicos a estrategias de intercambio, sea éste precapitalista, como Merton o Hagstrom, o de mercado, como el de Bourdieu, o de tipo institucional, como el de Ben-David, o funcionales, como el de Solla Price. Resulta particularmente importante la crítica a la noción de comunidad científica, fuertemente anclada en el sentido común de los análisis de la ciencia y, sobre todo, en el de los propios científicos. Frente a todos ellos, Knorr Cetina postula que es necesario romper con dos principios: el de autonomía y el de reduccionismo económico. Este último –dice la autora– surge de una visión externa de la actividad científica, que “supone” (en la medida en que no se sustenta en una indagación empírica situada en el interior de los laboratorios) que los científicos se limitan a hacer aportes que les permitan acumular prestigio e intercambiarlo, ya sea para obtener un mayor prestigio o para acrecentar la dominación dentro del campo.

Respecto de la autonomía, la autora observa que, en su trabajo cotidiano en el laboratorio, los científicos se relacionan tanto con investigadores de su propio campo como con científicos de otros campos vecinos, al tiempo que también se relacionan con no-científicos, en la medida en que una parte importante de sus trabajos depende de esas relaciones. Veamos el proceso de un modo imaginario: lo primero que tiene que hacer un investigador al definir una línea de investigación es buscar una fuente de financiamiento que le permita comprar equipamientos, reactivos, pagar becarios, técnicos, etc. Normalmente, las agencias de financiamiento no financian cualquier tipo de investigación, sino que tiene prioridades, metodologías, orientaciones privilegiadas, etc. Por ello los investigadores deben negociar con la agencia la obtención de los recursos que necesitan para sus proyectos. No hay ninguna razón para suponer, pues, que la naturaleza de estas relaciones, claramente “extra laboratorio” y, aun, “extra científicas” es algo que esté “afuera” de los procesos de fabricación de los conocimientos, sino que, por el contrario, lo determinan fuertemente. Luego, algo análogo ocurre cuando se compran los equipos a empresas que se dedican a su fabricación especializada, y que habrán de condicionar fuertemente el espacio de lo posible y de lo realmente factible en la investigación propiamente dicha. Lo mismo puede decirse respecto de los reactivos, cepas de organismos vivos u otros insumos, usualmente producidos por otros laboratorios, y que resultan cruciales para poner en marcha los experimentos. También existen relaciones con las instituciones de formación superior que habrán de proveer a los nuevos investigadores que se incorporan a la investigación, y cuyas capacidades técnicas resultan de una importancia fundamental para el desarrollo de las tareas de investigación.

Todas las relaciones anteriores forman parte de un conjunto que Knorr Cetina denomina “relaciones de recursos”, y que comprende a todas aquellas relaciones con diversos actores que resultan indispensables para la marcha de la fabricación de conocimientos. “Recursos”, por cierto, no deben entenderse como limitados a los recursos de tipo económico, sino que ellos pueden ser –y son– de distinto tipo: culturales, lingüísticos, técnicos, etcétera.

Ahora bien, cuando uno sigue el recorrido de estas relaciones de recursos, es fácil advertir que ellas exceden largamente el sentido “técnico” de los conocimientos, para internarse en vínculos con otros actores, de modo que se conforman verdaderas “arenas” cuya dimensión es variable y depende de las configuraciones propias de cada espacio particular, atravesando de un modo permanente las paredes estrechas de los espacios reducidos de los laboratorios mismos. Estas arenas son, estrictamente, *transepistémicas*, en el sentido de que están *más allá* de lo puramente epistémico o cognitivo, pero que, al mismo tiempo, resultan indispensables para comprender el conocimiento efectivamente producido. Dice Knorr Cetina:

Así como no hay ninguna razón para creer que las interacciones entre los miembros de un grupo de especialidad sean puramente “cognitivas”, tampoco hay razón para creer que las interacciones entre los miembros de una especialidad y otros científicos (o no-científicos, según su definición institucional) se limiten a transferencias de dinero, negociaciones de crédito y otros intercambios comúnmente denominados “sociales” por los científicos o los sociólogos. Si no podemos suponer que las elecciones “técnicas” del laboratorio están exclusivamente determinadas por el grupo de pertenencia de un científico a una especialidad, no tiene sentido buscar una “comunidad de especialidad” como el contexto relevante para la producción de conocimiento, y no tiene sentido excluir sin más consideraciones a cualquiera que no califique como miembro de la comunidad en cuestión.

Si una partición entre referencias al grupo de especialidad y referencias a otros no puede conciliarse con el razonamiento científico relevante de las decisiones de laboratorio ¿a qué razonamiento nos estamos refiriendo, entonces? La hipótesis en este punto es que el discurso en el cual las selecciones de laboratorio se insertan señala hacia *campos transcientíficos variables*; esto es, nos remite a redes de relaciones simbólicas que en principio van más allá de los límites de una comunidad científica o campo científico, aun en sus definiciones amplias (Knorr Cetina, 1981, p. 89; véase, igualmente, Knorr Cetina, 1982).

Como se observa, el concepto de autonomía carece, aquí, de toda capacidad explicativa; antes bien, su postulación implica un límite infranqueable para comprender la dinámica de los procesos de fabricación de conocimiento.

Finalmente, este libro es importante en la medida en que, como la autora misma señala en la conclusión, “en las actuales sociedades ‘tecnológicas’, una hegemonía sobre lo que puede ser considerado como conocimiento parece ser sostenida por las ciencias, cualquiera sea su objeto de estudio”. Ésta es una de las primeras aproximaciones a lo que, en tiempos más recientes, va a ser llamado “sociedad del conocimiento”, cuyos fundamentos iniciales deben ser comprendidos en el interior de los espacios en donde se produce el conocimiento al que se alude. Como señala la propia Knorr Cetina en su libro más reciente, de lo que se trata, en última instancia, es del papel del saber experto que nos habla de ciertos dispositivos estructurales de los cuales el laboratorio es un excelente ejemplo: “Sostengo que algunas de las formas estructurales que uno encuentra en las culturas epistémicas habrán de ser, o lo son ya, de una enorme relevancia en una sociedad del conocimiento. Por ejemplo, el laboratorio es una de esas formas estructurales, y las prácticas de gestión y de contenidos están asociadas a él” (Knorr Cetina, 1999, p. 242).

No cabe duda de que estas reflexiones nos proporcionan, hoy, elementos teóricos para la comprensión de los dispositivos y estructuras que están en la base de la sociedad del conocimiento (en la que ya estamos inmersos o habremos de estarlo en el corto plazo), y resulta, por lo tanto, un aporte sustantivo para la comprensión de los cambios sociales, cognitivos, institucionales, culturales, que ya están ocurriendo y cuya inmediatez resulta a menudo difícil de captar para las ciencias sociales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Knorr Cetina, K. y Cicourel, A. (1981), *Advances in social theory and methodology. Toward an integration of micro and macro-sociologies*, Boston, Londres y Henley, Routledge & Keagan Paul.
- Knorr Cetina, K. (1982), “Scientific communities or transepistemic arenas of research? A critique of quasi-economic models of science”, *Social Studies of Science*, vol. 12, pp. 101-33. [En español, en *REDES, Revista de Estudios Sociales de la Ciencia*, N° 7, vol. 3.]
- Knorr Cetina, K. (1983), “The Ethnographic Study of Scientific Work: Towards a Constructivist Interpretation of Science”, en Knorr

- Cetina, K. y Mulkay M. (eds.), *Science Observed. Perspectives on the Social Studies of Science*, Londres, Sage.
- Knorr Cetina, K. (1995), "Laboratory Studies: The Cultural Approach to the Study of Science", en Jasanoff, S. et al. (eds.) (1995), *Handbook of Science and Technology Studies*, London, Thousand Oaks y Nueva Delhi, Sage.
- Knorr Cetina, K. (1999), *Epistemic Cultures*, Cambridge, Harvard University Press.
- Kreimer, P. (1999), *De probetas, computadoras y ratones. La construcción de una mirada sociológica sobre la ciencia*, Buenos Aires, Universidad Nacional de Quilmes.
- Latour, B. y Woolgar S. (1987), *Laboratory Life. The social construction of scientific facts*, Washington, Princeton University Press. [En español, *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*, Madrid, Alianza Universidad, 1995].
- Merton, R. (1968), *Social Theory and Social Structure*, Chicago, The Free Press. [En español: *Teoría y estructura social*, México, Fondo de Cultura Económica, 1992.]
- Torres, C. (1994), *Sociología política de la ciencia*, Madrid, CIS.

EDNA MULERAS**CONOCIMIENTO Y CAMBIO SOCIAL. A PROPÓSITO DE UNA LECTURA SOCIOLÓGICA DE THOMAS KUHN Y MICHEL FOUCAULT**

BUENOS AIRES, EDICIONES PICASO, 2005, 160 PÁGINAS.

PABLO ANTONIO PACHECO *

La presente reseña pretende ser una lectura crítica del trabajo titulado *Conocimiento y sociedad. Una lectura de Thomas Kuhn y Michel Foucault*, de Edna Muleras, miembro del Programa de Investigación sobre el Cambio Social (PICASO), dirigido por Juan Carlos Marín.

* Profesor y licenciado en Filosofía. Mendoza. Correo electrónico: <fgpp@infovia.com.ar>.

Compuesto de un prólogo, agradecimientos, una introducción con el planteo del problema y sus variantes, un plan de exposición y dos partes que abordan problemáticas distintas pero articuladas alrededor de ejes comunes que atraviesan todo el libro, el trabajo constituye, a mi criterio, una reflexión dialéctica cuyo recorrido promueve a cada instante un relevamiento audaz en el que cada perspectiva teórica muestra sus limitaciones y contradicciones y hace emerger a la siguiente, asumiéndola como su continuación lógica: donde una queda limitada por la contradicción y deja de ser operativa en el análisis le sucede otra cuyo núcleo integra las contradicciones de la anterior.

Mulera se propone analizar la articulación entre la dimensión social y epistemológica en Kuhn, comprender la incidencia de los procesos históricos en la génesis del conocimiento científico a partir de las tradiciones de Marx, Weber, Manheim y Piaget, evaluar con dichos aportes la concepción del desarrollo científico kuhniano y, finalmente, abordar aspectos del concepto foucaultiano de “episteme” en sus relaciones con el saber y el sujeto desde el enfoque piagetiano.¹

Luego de señalar la influencia de la teoría social de Durkheim en la descripción kuhniana de la estructura comunitaria de la ciencia, cuya cohesión social está dada por la existencia de valores compartidos como fuente de normatividad científica,² la socióloga critica la posición de Kuhn, que no muestra las consecuencias últimas del análisis de los factores sociales, desdibuja la intervención de la dinámica social conflictiva en la institucionalización de la ciencia, y evidencia un desfase entre el proceso de evaluación de paradigmas en competencia y el modo de manifestación de las crisis.³

La comparación entre revolución científica y revolución política⁴ representa un esfuerzo por comprender la dinámica

¹ Mulera (2005), “Plan de exposición”, pp. 35-41.

² *Ibid.*, pp. 49 y 88-89.

³ *Ibid.*, pp. 49-51.

⁴ La incorporación de elementos sociopolíticos no es exclusivo de Kuhn. Tanto éste como Feyerabend incluyen en sus análisis diferentes formas de la dimensión política para comprender el desarrollo científico. El primero asimila las revoluciones científicas a las políticas para entender el conflicto entre paradigmas y reconoce que las partes de un conflicto revolucionario deben,

científica a partir de la dimensión histórico social, pero en Kuhn existe una dualidad entre una visión competitiva y otra confrontativa que superpone la dimensión social con la epistémica, limitando el análisis de cada una y sus interacciones.⁵

En este sentido, Muleras incorpora al análisis de las relaciones entre los procesos histórico sociales y la dinámica del conocimiento –incluido el científico–, el aporte de la sociología del conocimiento de Karl Manheim⁶ que, a partir de una síntesis de las conceptualizaciones de Karl Marx y Max Weber, planteó en la década de 1930 dicho problema, reorientando algunos debates y líneas de investigación, siendo incluso fuente de reflexión y de interrogantes para la sociología de la ciencia de Robert Merton.⁷

La sociología del conocimiento asume dos dimensiones de los procesos sociohistóricos de génesis del conocimiento. Por un lado, que el sentido de las acciones propias del conocimiento humano regido por normas, valores y motivaciones, además de ser el resultado de un proceso cooperativo de hombres pertenecientes a grupos que han configurado históricamente formas de pensamiento particulares, concepciones de mundo (*weltanschauung*) que funcionan como “*ethos*” normativos o principios organizadores⁸ que otorgan sentido a la acción individual (Weber) en respuesta a situaciones vitales que caracterizan su situación común, esto es, la relación entre la actividad material de los hombres en el intercambio y la pro-

para dirimir las diferencias, recurrir a “técnicas de persuasión de las masas”, y los partidarios de paradigmas incompatibles entre sí se ven obligados a utilizar “técnicas de argumentación persuasiva, efectivas dentro de los grupos muy especiales que constituyen la comunidad de científicos” (Kuhn 1995, cap. IX). El segundo, por su parte, asimila el desarrollo científico a un “anarquismo epistemológico” y señala que la llamada a la argumentación constituye una “maniobra política oculta”, y que en ella intervienen “intereses”, “fuerzas”, “propaganda” y “técnicas de lavado de cerebro” como procedimientos utilizados por la posición racionalista para imponer sus criterios estándar (Feyerabend, 1989, cap. 1).

⁵ Muleras (2005), p. 52.

⁶ *Ibid.*, pp. 57-71.

⁷ Véase Kreimer (1999), pp. 54-60.

⁸ La autora señala más adelante que también la episteme de Foucault posee principios organizadores de las empiricidades.

ducción de ideas y representaciones (conciencia)⁹ puede ser explicada por la estructura social de un momento histórico determinado. Por otro lado, Manheim asume como básica una dimensión ideológica y un concepto de *ideología* entendido no como mentiras conscientes o semiconscientes del individuo en función de preservar sus intereses (concepto *particular* de ideología), sino como la estructura total de la perspectiva o mentalidad de una época o un grupo histórico concreto en correspondencia con su posición en la estructura social (concepto *total* de ideología).

Para ello, se precisa un método de investigación “relacional” que vincule los fenómenos intelectuales con la estructura social como vía de acceso a la concepción de mundo (*weltanschauung*), valores, ideología y propósitos de un determinado grupo en relación con su posición social.¹⁰ La objetividad del conocimiento se resuelve en una yuxtaposición de perspectivas que sitúan al observador en una indeterminación análoga a la de la teoría cuántica, en un intento por diferenciarse del relativismo filosófico al sostener que los principios epistemológicos sólo se aplican a determinadas formas dominantes de pensamiento y de conocimiento en vinculación con la situación social e intelectual de determinada época (diagnóstico de situación).¹¹

Muleras incorpora las investigaciones sociogenéticas de Piaget y García,¹² quienes distinguen como instrumento fundamental de adquisición de conocimientos, tanto en procesos individuales como sociales, la *asimilación* de nuevos elementos en esquemas relacionados con acciones y esquemas precedentes del sujeto, dinámica que en el nivel sociogenético opera en el desarrollo de la historia de la ciencia, mostrando que en la construcción de las formas del saber, los estadios se suponen unos a otros en un orden secuencial evidenciado en la historia del pensamiento científico.¹³

⁹ Véase Marx (1968), p. 26.

¹⁰ Muleras (2005), pp. 58-67.

¹¹ *Ibid.*, pp. 67-71.

¹² Para una breve discusión sobre las posibilidades del enfoque piagetiano para explicar la sociogénesis del conocimiento véase más adelante “notas críticas sobre la lectura del texto”.

¹³ Muleras (2005), pp. 71-83.

Las relaciones entre socio y psicogénesis plantea el problema de la incidencia del nivel social sobre el cognoscitivo y promueve en Piaget y García la crítica al concepto de “paradigma” kuhniano, que para ellos no aclara ni los mecanismos específicos por los que las creencias de la comunidad científica actúan en el proceso cognoscitivo del investigador, ni el proceso de sustitución de un paradigma por otro, y proponen el concepto de “marco epistémico social”¹⁴ para explicar el sistema de relaciones operantes en la conformación y legitimación del conocimiento en cada período histórico, a partir de la intervención de factores sociales y epistémicos, funcionando, al igual que la episteme foucaultiana, como condición de posibilidad para “pensar un pensamiento”.¹⁵ La diferencia entre el paradigma y el marco epistémico radica en que el primero plantea una discontinuidad con el conocimiento precedente, mientras que el segundo revela la continuidad y la integración entre el conocimiento precientífico y el científico.¹⁶

La segunda parte aborda el concepto de episteme de Michel Foucault, entendida como condición de posibilidad para que un pensamiento pueda ser pensado en una determinada época histórica, base que configura un determinado orden del saber y de las cosas.¹⁷ La episteme hace visible diferentes órdenes de saber donde se distribuyen y disponen las positivities (hechos y objetos de las disciplinas), implicando diferentes criterios de conceptualización histórica: el primero remite a un determinado espacio cultural (por ejemplo la cultura de Occidente) que no prescinde de lo geográfico pero que no se reduce a él; el segundo está constituido por una “delimitación histórico/temporal” que no es lineal ni continua, sino que incorpora “discontinuidades” históricas como elementos de análisis; el tercero, son las relaciones de cambio entre una episteme y otra (ruptura y discontinuidad),¹⁸ lo que articula los elementos del

¹⁴ Véase Piaget y García (1984).

¹⁵ Muleras (2005), pp. 83-87.

¹⁶ *Ibid.*, pp. 87-97.

¹⁷ *Ibid.*, pp. 102-103.

¹⁸ Tanto la episteme como la noción de *obstáculo epistemológico* de Bachelard no implican modos de conocer a partir de o en confrontación con un conocimiento adquirido anteriormente como sí la noción de “marco epistémico social”.

saber en la perspectiva histórica de las condiciones de posibilidad de todo pensamiento (epistemes), contra todo enfoque teleológico, finalista o de búsqueda de un origen metafísico dado.¹⁹

El orden empírico delimitado por la episteme resulta de tres operaciones que transforman los principios que organizan las empiricidades (hechos y objetos): la semejanza o similitud entre cosas y signos propia de un saber de revelación o adivinación expresado en formas mágicas (siglos XV y XVI); la *mathesis* y la *taxonomía* de la “época clásica” (siglos XVII y XVIII) que analizan respectivamente formas simples de relaciones aritméticas de identidad y diferencia y formas complejas de un sistema de diferencias entre individuos o grupos de individuos; el análisis *genético* de la constitución de los diversos órdenes a partir de series empíricas; finalmente, en la episteme Moderna (siglo XIX), el concepto de “historia” que expresa el surgimiento de la identidad y diferencias de organización del saber como producto del devenir histórico y el concepto de *causa y legalidad* que posibilitan la autonomía de las formas puras del conocimiento.²⁰

Las epistemes de cada época presentan el conocimiento de las cosas y sus relaciones por medio de signos, cuya estructura y funcionamiento depende de cada contexto epistémico, de su posición en cada época. La autora señala la semejanza entre las características de la episteme renacentista basada en la similitud y la descripción de Piaget de la materialidad del pensamiento y la palabra en los primeros estadios representativos del niño.²¹ En la época clásica, el signo ya no posee esa materialidad producto de la identificación y confusión del significante con lo significado, sino que ahora el signo adquiere el carácter de representación. En la episteme moderna el lenguaje deja de ser un sistema de representaciones, transformándose

¹⁹ Muleras (2005), pp. 104-106.

²⁰ *Ibid.*, pp. 107-119.

²¹ *Ibid.*, p. 121. En este punto llamamos la atención del lector sobre una asociación similar en la posición de Kuhn al señalar la semejanza entre el modo de configuración del pensamiento aristotélico y de algunos pueblos antiguos con su carácter animista, y la génesis del pensamiento animista en el niño descrita por Piaget y su escuela. Véase Kuhn (1994), p. 139.

se en expresión de la acción y del querer de los hablantes y en objeto de análisis de diferentes disciplinas lingüísticas como la filología, la lógica y la literatura.²²

El saber se articula en cada episteme a partir de la experiencia, la tradición o credulidad (renacentista); en torno de la posibilidad de dar nombre a las cosas para representarlas (clásica); como conocimiento de lo inobservable a través de la clasificación que vuelve observable las formas de verdad y del ser (moderna); o bien alrededor de la legalidad y causalidad de los procesos (siglo XIX).²³

La vinculación entre la constitución del saber y el papel del sujeto configura en cada mutación histórica de las epistemes determinadas relaciones entre subjetividad y conceptualización (conocimiento): el saber de revelación del siglo XVI configura un sujeto fundido mágicamente en las cosas, cuya tarea es interpretar los signos de un orden externo e incidir en él por procedimientos mágicos; el saber de la episteme clásica subsume el orden de signos y cosas al poder de la representación subjetiva; el saber del siglo XVIII sitúa al hombre en una posición ambigua como sujeto que conoce y como objeto de conocimiento, constituyendo una precondition para el surgimiento de nuevos objetos de conocimiento: vida, producción, historicidad del lenguaje (biología, economía, filología); el saber moderno delimita el modo de ser del hombre, como relación entre las positivities y su propia finitud, entre el cogito y lo impensado; el saber contemporáneo configura las empiricidades (vida, producción, lenguaje) de modo no transparente para la conciencia, transformando lo inconsciente en saber del hombre sobre el hombre.²⁴

Las investigaciones de Piaget han aclarado las relaciones entre subjetividad y conceptualización en el concepto de episteme, al revelar en un plano experimental el proceso de formulación de toda conceptualización, como construcción de conocimiento que procede por medio de mecanismos y regulaciones específicas donde intervienen factores biológicos, psicológicos e histórico-sociales. En tal construcción, sujeto y

²² Muleras (2005), pp. 119-127.

²³ *Ibid.*, pp. 127-132.

²⁴ *Ibid.*, pp. 132-139.

objeto constituyen elementos indisociables que por medio de la “acción” generan esquemas organizadores que posibilitan la conceptualización en cada etapa de desarrollo, en un movimiento pendular que va de las acciones ejercidas por el sujeto sobre los objetos a las condiciones que éstos le imponen al sujeto y a las que deberá acomodarse por asimilación. En este proceso se produce una dialéctica entre los observables o aspectos visibles de un objeto y las coordinaciones inferenciales que el sujeto obtiene de sus propias acciones. En este sentido, la relación de conocimiento entre sujeto y objeto implica un vínculo mediado en el que ambos se estructuran y organizan. De este modo, Muleras señala que “el conocimiento no es la posibilidad de aprehender absolutamente el orden de lo real, sino la práctica histórica y psicológica de una especie que se vincula con lo real para integrarlo y transformarlo progresivamente”.²⁵ A partir de estas consideraciones, plantea que desde el enfoque de la epistemología genética, la episteme foucaultiana no sólo puede entenderse como las condiciones que hacen posible “pensar un pensamiento”, sino como las condiciones previas para transformar el orden de lo real.²⁶

NOTAS CRÍTICAS SOBRE LA LECTURA DEL TEXTO

Un elemento crítico central que ofrece la lectura del texto se refiere al debate sobre el aporte de las investigaciones de Piaget y García a la comprensión de las relaciones e interacción entre factores sociogenéticos (comunidad científica) y psicogenéticos (individualidad del científico) que intervienen en los procesos epistémicos, línea de investigación, sostiene la autora, aún por desarrollarse.²⁷ Esta afirmación debe atenuarse considerando el análisis y el debate sobre la dinámica de los procesos psico-sociogenéticos del conocimiento científico descritos por Piaget y su escuela, propuesto por investigadores argentinos hace unos años. El caso del político revolucionario Nahuel Moreno, a principios de 1970 y el caso del epistemólogo argentino Juan Samaja a principios de la década de 1980 son

²⁵ *Ibid.*, p. 140.

²⁶ *Ibid.*, pp. 140-144.

²⁷ *Ibid.*, pp. 91-92.

dos ejemplos de interés. Desde una actitud militante y un enfoque dialéctico, ambos llaman la atención sobre la potencialidad de las investigaciones de Piaget para explicar las relaciones entre génesis y estructuras o entre sujeto y objeto en las ciencias contemporáneas, así como también la interacción entre psico y sociogénesis.

Moreno, militante e intelectual revolucionario de una importante corriente trotskista de Argentina, sostiene que Piaget, sin tener que ver con la política, coincide con la base metodológica del marxismo y la dialéctica,²⁸ situando la actividad o praxis humana como clave de explicación de las relaciones entre sujeto y objeto, en una dinámica de coordinación de acciones y asimilación de esquemas. Las investigaciones piagetianas confirman, además, la ley de desarrollo desigual y combinado en el plano biológico y psicológico. Con ello la epistemología genética resulta fundamental para comprender los procesos cognoscitivos y su interacción con factores sociales que posibiliten la revolución social, interpretación que fortalece el enfoque propuesto por Muleras.

Samaja, por su parte, considera los trabajos de Piaget claves para comprender los problemas de integración y transformaciones dialécticas de los elementos de la metodología de investigación científica, así como la relación entre experiencia y teoría, sujeto y objeto, aun cuando piensa que el enfoque piagetiano no permite explicar las relaciones entre el conocimiento y lo social,²⁹ lo que confronta y debate con la posición de Muleras de entender dichas relaciones a partir de Piaget.³⁰

Por otra parte, el texto no menciona las críticas de Merton hacia algunos puntos centrales de la sociología del conocimiento de Manheim en lo relativo a su concepto de ideología y al método “relacional”.³¹ A esto se agrega que respecto del concepto de ideología, si bien no es objeto del trabajo, tam-

²⁸ Rolando García llama la atención sobre las relaciones entre la epistemología genética y los partidarios de la dialéctica, situando a Piaget en línea de continuación con la epistemología de Hegel y Marx y explicitando las coincidencias con el programa de investigación leninista. Véase Piaget (1982), posfacio.

²⁹ Véase Samaja (1987 y 1994).

³⁰ Muleras (2005), p. 82.

³¹ Respecto de las críticas de Merton a la posición de Manheim, véase Kreimer (1999), pp. 54-60.

co se menciona la discusión sobre la noción de ideología como falsa conciencia que ha originado reformulaciones contemporáneas interesantes sobre este problema, como la propuesta por Raymond Williams, quien revisa algunas categorías fundamentales del pensamiento marxista (por ejemplo, la idea del lenguaje como conciencia práctica ideológica), incorporando conceptos gramscianos como los de hegemonía, totalidad o bloque histórico.³²

Otro aspecto crítico que plantea la lectura del texto es la relación entre Kuhn, Foucault y Piaget, que atraviesa el texto. Kuhn pensaba que el cuadro resultante de una jerarquía de términos teóricos propuesta por los formalistas (Stegmüller) muestra “paralelismos intrigantes” con el discutido por Foucault en *La arqueología del saber*.³³ Entre Kuhn y Piaget hay referencias recíprocas en torno a la descripción y discusión de las etapas históricas del pensamiento científico y los procesos de aprendizaje.³⁴

Por otra parte, la afirmación de que el concepto de paradigma no explica la incidencia de las creencias sobre el investigador puede ser puesta en discusión a partir de las referencias de Kuhn al proceso de aprendizaje paradigmático descrito por él en términos del mismo Piaget.³⁵

Finalmente, el subtítulo “Una lectura de Thomas Kuhn y Michel Foucault”, expresa la atenta consideración de las relaciones entre unidades que articulan históricamente la ciencia: cambios de paradigmas que configuran revoluciones científicas o mutaciones de epistemes que a partir de la hegemonía e incidencia del lenguaje (discurso) sobre las condiciones de posibilidad y organización del conocimiento científico, hacen emerger discontinuidades en la perspectiva diacrónica. En esto, la comprensión de los procesos de aprendizaje y las interacciones entre lo social y lo científico, sociogénesis y psicogénesis evaluadas a partir del enfoque de Piaget, se revela una clave para abordar los problemas cognoscitivos del cambio social.

³² Véase Williams (1980).

³³ Véase Kuhn (1995b), pp. 58-59.

³⁴ Véase Kuhn (1994, 1995a, 1995b, 1996) y Piaget (1983 y 1984).

³⁵ Al respecto véase por ejemplo Kuhn (1995a), p. 11 y (1996), pp. 317-343.

En este sentido, el trabajo plantea problemas de interés para la sociología de la ciencia como la incidencia de los factores sociales en el nivel epistémico del campo científico y sus interacciones básicas; el debate sobre la ideología en la ciencia; la reflexión sobre el problema de la discontinuidad en los procesos históricos y cognoscitivos; el análisis de la génesis del conocimiento científico y sus supuestos previos y posibilitantes; renueva el debate sobre tradiciones como las de Marx, Durkheim, Manheim, Piaget, Kuhn y Foucault, para comprender la dinámica del proceso y desarrollo del conocimiento humano en general, incluido el conocimiento científico. Pero, sobre todo, señala la importancia de entender los procesos socio y psicogenéticos del conocimiento, como reflexión filosófica y sociológica de la ciencia en orden a la transformación social.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Feyerabend, P. K. (1989), *Contra el método*, Barcelona, Ariel.
- Kuhn, T. S. (1994), *La revolución copernicana. La astronomía planetaria en el desarrollo del pensamiento occidental*, Barcelona, Planeta-Agostini.
- (1995b), *¿Qué son las revoluciones científicas?*, Barcelona, Altaya.
- (1995a), *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica.
- (1996), *La tensión esencial*, México, Fondo de Cultura Económica.
- Kreimer, P. (1999), *De probetas, computadoras y ratones. La construcción de una mirada sociológica sobre la ciencia*, Bernal, Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes.
- Marx, K. (1968), *La ideología alemana*, Montevideo, Ediciones Pueblos Unidos.
- Muleras, E. (2005), *Conocimiento y sociedad. Una lectura de Thomas Kuhn y Michel Foucault*, Buenos Aires, Ediciones PICASO.
- Moreno, N. (1973), “Lógica marxista y ciencias modernas”, prólogo a Novack, G., *Introducción a la lógica dialéctica*, Buenos Aires, Pluma.
- Piaget, J. (1982), *Las formas elementales de la dialéctica*, Barcelona, Gedisa.

- (1983), *Psicología y epistemología*, Buenos Aires, Emecé.
- Piaget, J. y García, R. (1984), *Psicogénesis e historia de la ciencia*, México, Siglo XXI Editores.
- Samaja, J. (1987), *Dialéctica de la investigación científica*, Buenos Aires, Helguero.
- (1994), *Introducción a la epistemología dialéctica*, Buenos Aires, Lugar.
- (2005), *Epistemología y metodología*, Buenos Aires, Eudeba.
- Williams, R. (1980), *Marxismo y literatura*, Barcelona, Península.

————— **A. H. GOODMAN, D. HEATH Y M. S. LINDEE (EDS.)**

GENETIC NATURE/CULTURE. ANTHROPOLOGY AND SCIENCE BEYOND THE TWO-CULTURE DIVIDE

BERKELEY, UNIVERSITY OF CALIFORNIA PRESS, 2003, 318 PÁGINAS.

PABLO PELLEGRINI

¿Qué dicen los genes sobre la naturaleza y la cultura? Los avances técnicos en genética –la reacción de polimerasa en cadena (PCR), la clonación– desarrollaron el análisis del ADN junto con una idea del mismo que inundó de información y significados a la biología y aún más. La primacía del ADN en el organismo y en su entorno forma parte de un discurso que reivindica –tácitamente o no– la noción de determinismo. A partir del código genético se pretende explicar, por ejemplo, el comportamiento humano. Sin embargo, a partir de estas mismas técnicas se podría inferir lo contrario: la clonación, la biotecnología, ¿no contradicen la idea de que los genes definen la naturaleza y el parentesco? Parece más vigente que nunca el anhelo de Bacon de dominar la naturaleza, una naturaleza remodelada con base en las necesidades del hombre, a su cultura. Pero entonces, ¿la biología es un producto de la organización social? La problemática que atraviesa este libro es precisamente la genética examinada en la intersección entre naturaleza y cultura.

Reunidos en Brasil en 1999, una veintena de investigadores expuso sus trabajos en un simposio que buscaba explorar los modos en que “el desarrollo de la genética presenta nuevos problemas y desafíos a la antropología”. De allí surgen los trabajos que, más tarde, dieron cuerpo a este libro. Se trata de una colección de ensayos con una perspectiva que va desde la investigación genética o sus aplicaciones hasta las complicaciones socioculturales que se derivan. En todos los casos se combinan la ciencia y la cultura, desdibujando acaso la frontera que se levanta entre ambos espacios. Aunque en ocasiones se percibe que no es tanto una búsqueda crítica lo que dispara las reflexiones, sino más bien cierto temor al “peligro de que la genética se imponga en el proceso interpretativo dejando de lado la evidencia arqueológica, histórica y cultural”, tal como confiesa en el prólogo Silverman, a la sazón organizador de las conferencias que se sucedieron en Brasil. Un temor que como tal no es el mejor motivador de una actividad reflexiva creativa y prolífica, dado que esa asimilación de lo problemático, lo desafiante, incluso lo molesto, a un “peligro” más bien sugiere una respuesta corporativa y cautelosa.

Lo cierto es que cada ensayo se presenta como una unidad aparte, sin una necesaria continuidad con el resto del libro. El trasfondo común, la línea que cruza todos los textos, es una mirada que vincula la genética con aspectos socioculturales. De ahí en más cada texto es independiente del resto, y como resultado cada autor trata un tema distinto de un modo particular, ofreciendo en definitiva una rica diversidad de casos y perspectivas.

Uno de los textos más interesantes es el de Taussig, Rapp y Heath (*Flexible Eugenics: Technologies of the Self in the Age of Genetics*), quienes indagan sobre las complejidades de la eugenesia a partir de una investigación que realizaron sobre las prácticas, deseos y temores de una comunidad de enanos. Luego del descubrimiento del gen responsable de la acondroplasia y ante el posible advenimiento de pruebas de diagnóstico prenatales (donde estaría incluida esta condición genética), la discusión sobre la selección y modificación de caracteres se instala también dentro de esta comunidad. Mostrando ejemplos donde se recurre a infinidad de cirugías para aumentar algunos centímetros de estatura, los autores consideran en cierto modo la

genética como una continuación de lo que la cirugía y la farmacología hacen en la “modelación” de los cuerpos. Insistiendo en la complejidad del tema y desechando respuestas rápidas y simplificadas a las pruebas de diagnóstico y a la eugenesia, los autores remarcan que la búsqueda de modificación de los cuerpos se encuentra dentro de un discurso de elección individual. Sin embargo –y acaso sea finalmente aquí donde reside la complejidad del asunto– este discurso de aparente elección individual subyace en un contexto de una sociedad de mercado que anhela los estándares de la normalización genética.

En el artículo de Ventura Santos (*Indigenous Peoples, Changing Social and Political Landscapes, and Human Genetics in Amazonia*) se realiza una comparación entre la labor del genetista norteamericano James Neel durante la década de 1960 –investigando genética de poblaciones en comunidades indígenas de la Amazonia– con el proyecto Genoma Humano. Por su parte, Susan Lindee explora, en *Provenance and the Pedigree*, el trabajo de Victor McKusick con la población de amish de Pennsylvania, también en la década de 1960.

Estos textos se agrupan en el libro dentro de una sección que trata de poblaciones humanas y recursos genéticos. El último trabajo de esta sección es el de Hilary Rose: *The Commodification of Virtual Reality: The Icelandic Health Sector Database*.

Hilary Rose tiene una vasta trayectoria en sociología de la ciencia, con libros como *Love Power and Knowledge: Towards a Feminist Transformation of the Sciences* y *Alas Poor Darwin: Arguments Against Evolutionary Psychology*. En este caso, Rose narra el reciente y llamativo caso de una compañía biotecnológica que compró la información genética de la población de Islandia. Se remarca que se trató de un proceso dirigido por expertos, con escasos momentos de participación democrática. En lo más significativo del artículo, Rose explora las experiencias, intereses y argumentos que llevaron a distintos grupos sociales de Islandia a adoptar una posición sobre la recolección de su información genética.

La siguiente sección cuenta con artículos relacionados con recursos genéticos y especies animales. Como no podía ser de otra manera, el primer artículo está referido a Dolly, la famosa oveja clonada en 1997. En *Kinship, Genes, and Cloning: Life*

after Dolly, Sarah Franklin busca entender lo que representa Dolly a partir de lo que Foucault llama un nuevo orden de cosas, donde se redefinen las relaciones entre la vida, el trabajo y el lenguaje. Pero incluso la noción misma de vida se ve modificada, dado que aquí la descendencia es viable cuando la viabilidad cumple requisitos no sólo biológicos, sino también económicos, estratégicos y corporativos. No olvidemos que la clonación de animales es una técnica necesaria para obtener en última instancia una suerte de fábrica biológica: produciendo, por ejemplo, proteínas humanas en la leche de la oveja. De modo que Dolly es una reformulación de la biología por la tecnología, donde importa menos saber qué es respecto a qué hace.

Virando hacia un animal más hogareño, Donna Haraway versa sobre la genética canina en *For the Love of a Good Dog: Webs of Action in the World of Dog Genetics*. Remarca que la genética del perro implica una red social tanto como una red biotécnica. La autora parece encontrar interesante definir la antropología en la era de la genética como “una vieja simbiosis entre conocimiento, amor y responsabilidad”.

La comparación entre la información genética de una especie y otra puede llevar a debates mucho más álgidos. Suele escucharse que el ser humano y el chimpancé tienen el 98% de los genes en común. ¿Qué quiere decir esto? Jonathan Marks se ocupa de contestar esta pregunta en *98% Chimpanzee and 35% Daffodil: The Human Genome in Evolutionary and Cultural Context* (el artículo en realidad pertenece a su libro *What it Means to Be 98% Chimpanzee*). Investiga en qué se basan esos números, qué significado tienen y cómo finalmente las comparaciones están descontextualizadas. Marks sostiene que la similitud genética entre humanos y simios es una construcción sociocultural. Su afirmación es tajante: esa similitud no es más que una falacia producida al reducir la vida a la genética.

En otra sección del libro se agrupan textos que analizan cómo la genética incide sobre la identidad política y cultural. El estudio de Chaia Heller y Arturo Escobar (*From Pure Genes to GMOs: Transnationalized Gene Landscapes in the Biodiversity and Transgenic Food Networks*) toma dos movimientos sociales que cuestionan la biotecnología: la unión de campesinos de Francia *Confédération Paysanne* y las comuni-

dades negras de Colombia organizadas en el Proceso de Comunidades Negras. Estos casos les sirven a los autores para ilustrar la intersección del conocimiento genético y la globalización. Allí estos movimientos desarrollan nuevos discursos sobre la biodiversidad y los organismos genéticamente modificados, con conceptos como el de sustentabilidad local o autonomía cultural, desde donde rechazan la imposición de la economía global y la agricultura en gran escala.

Por otro lado, Joan Fujimura (*Future Imaginaries: Genome Scientist as Sociocultural Entrepreneurs*) prefiere estudiar cómo dos científicos japoneses imaginan las futuras consecuencias de la genética. Sostiene que la identidad nacional está muy vinculada a la genética, y cita a un biólogo molecular japonés que afirma que en Japón es más fácil de aceptar el Proyecto Genoma Humano que en países cristianos o islámicos, ya que ellos no ponen a Dios por encima del resto de los seres vivos. Aunque como bien acota Fujimura, el Japón no parece diferenciarse cuando sus compañías explotan bosques o recursos marinos para obtener ganancias.

Los estudios genéticos son revalorizados por Himla Soodyall para la reconstrucción de la historia de los pueblos de África en su artículo *Reflections and Prospects for Anthropological Genetics in South Africa*. Además de hacer un llamado de atención sobre la importancia de comprender la genética en dicho continente, Soodyall concluye que la investigación y el avance tecnológico deben hacerse “en beneficio de la humanidad”, sin perder de vista “los derechos individuales, los riesgos involucrados y los aspectos humanitarios”, declamaciones que, en el mejor de los casos, se pueden calificar de tiernas.

La última sección del libro trata sobre *variación humana y raza*. Rick Kittles y Charmaine Royal utilizan los estudios de ADN mitocondrial en los afroamericanos llevados a los Estados Unidos como esclavos en el trabajo *The Genetics of African Americans: Implications of Disease Gene Mapping and Identity*. Los autores aseguran que el ADN preservado en los huesos de los esclavos del siglo XVIII sirve como una invaluable fuente histórica para poblaciones cuya historia fue borrada por el comercio de esclavos. Sin embargo, también advierten que ciertas enfermedades genéticas que ocurren con mayor

frecuencia en distintos grupos étnicos puede llevar a una estigmatización y discriminación; de hecho, eso se manifestaría ya desde el Estado en una inequitativa distribución de fondos para el estudio de enfermedades genéticas.

En un estudio similar, Frederika Kaestle (*The Good, the Bad, and the Ugly: Promise and Problems of Ancient DNA for Anthropology*) utiliza también el ADN mitocondrial extraído de huesos prehistóricos para probar hipótesis, basadas en evidencia indirecta arqueológica y lingüística, de movimientos de poblaciones y relaciones ancestrales en América.

Los otros dos ensayos de esta sección son los únicos que parecen conectarse entre sí. No se trata de un diálogo, puesto que, como en el resto de los artículos de este libro, cada uno escribe su trabajo sin enlazarse con los demás. Pero al menos ambos abordan un mismo tema desde posiciones notablemente distintas. Tanto Alan Templeton como Troy Duster, desde lugares opuestos, reflexionan sobre el concepto de *raza*.

En su artículo *Human Races in the Context of Recent Human Evolution: A Molecular Genetic Perspective*, Templeton considera que una perspectiva biológica sobre la diversidad genética humana debe emplear los mismos criterios que los utilizados para la diversidad genética en especies no humanas. De este modo intenta comprender el concepto de *raza* cuando se aplica fuera del hombre para luego acercarse a él. Sucede que siempre que se remite a *razas* es porque se intenta aludir a patrones de diversidad genética en poblaciones locales. Así, *raza* suele ser utilizado como sinónimo de *subespecie*, pero tampoco este concepto arroja mayor claridad, ya que los estudios genéticos muestran tal variedad que, si el único criterio para reconocer una *subespecie* o *raza* es la diferenciación genética, entonces cada población local sería una *raza*, tornándose una noción superflua. Un criterio adicional es cuantificar la diferenciación genética fijando un umbral a partir del cual se considera *subespecie* (nótese el carácter claramente arbitrario que supone establecer un límite numérico). Cuando se lo traslada al humano, los valores son invariablemente menores al umbral, lo cual implica que no se puede hablar de razas empleando estos criterios. Débase esto a un continuo flujo de genes entre poblaciones que a su vez ocupan nichos ecológicos de toda índole, lo cierto es que la homoge-

neidad genética entre poblaciones humanas es algo inusual entre el reino animal. En definitiva, es muy escasa la diferenciación genética en el hombre, entre otras peculiaridades de lo humano. Otra definición de *raza* surge a partir de la identificación de distintos linajes evolutivos dentro de una especie, lo que tampoco se evidencia en el ser humano, habiendo un solo linaje evolutivo común a toda la humanidad.

Troy Duster sostiene que excluir el concepto de *raza* de la ciencia no es práctico, posible ni deseable, en su artículo *Buried Alive: The Concept of Race in Science*. Muestra unos pocos ejemplos puntuales, como la variación del tipo de sangre en grupos étnicos o *raciales*, con los que considera justificado dicho concepto. Luego enumera otros tópicos que dentro de la sociedad norteamericana se registran con mayor frecuencia en la comunidad negra, desde la hipertensión a los actos de violencia, y afirma que si bien hay evidencia que los asocia con factores sociales, priorizar las razones genéticas o no “es una cuestión de cómo uno elige teorizar sobre el origen de las flechas causales”. Sobre esto conviene decir, en primer lugar, que mencionar algunas diferencias genéticas no contradice la afirmación de Templeton, en el sentido de que la enorme mayoría de genes sigue siendo común a todos los seres humanos. Elegir algunos caracteres diferentes –como el color de la piel– y concederles una importancia superior al resto hasta el punto de fijar una categoría para distinguirlos –la *raza*– es una construcción discursiva cuyos efectos están latentes en el discurso mismo. En cuanto a la tibia concesión a los factores sociales en la elección de las “flechas causales”, no se trata de una pura elección teórica entre genes o sociedad, sino que en todo caso es el marco teórico en el que se mueve el autor lo que lo dificulta para encontrar las causas en la complejidad de lo real, sobre todo la relación dialéctica entre el organismo, sus genes y el entorno.

El libro es una compilación de artículos, y como tal, su mayor virtud es que provee un panorama bastante nutrido sobre la variedad de temas en los que lo genético se mezcla con lo social. Abordando prácticamente cada ensayo un caso distinto, termina siendo una guía general de interés. Los editores sugieren que la ciencia está entrando en una era en la que la complejidad y el contexto son más importantes que los mode-

los reduccionistas. Sin embargo, el libro explora esa complejidad más en su superficie –en sus diversas manifestaciones– que en su profundidad. Quizás por ser precisamente una compilación de artículos, y además porque el análisis que cada uno realiza no resulta parejo, no posee un desarrollo minucioso de las relaciones entre los genes, el organismo y el contexto. La referencia ineludible en esta materia sigue siendo Richard Lewontin, quien en libros como *The Dialectical Biologist*, *Triple Helix* o *Biology as Ideology*, logra desmitificar la genética y la ciencia en su conjunto. Se podría argumentar que así y todo un texto que recurra a declamaciones, cuestionamientos morales y advertencias de peligro, sin un desarrollo dialéctico, puede igualmente poner de relieve las complicaciones culturales y sociológicas de la genética. Lo cual es cierto, y uno y otro modo de análisis están tan cerca como el mono del hombre. Pero en el sentido que le da Jonathan Marks, para quien “la similitud genética entre el hombre y el simio es interesante, pero no profunda”.

CARLOTA PÉREZ

REVOLUCIONES TECNOLÓGICAS Y CAPITAL FINANCIERO. LA DINÁMICA DE LAS GRANDES BURBUJAS FINANCIERAS Y LAS ÉPOCAS DE BONANZAS

BUENOS AIRES, SIGLO XXI EDITORES, 2005, 269 PÁGINAS.

ANA TABORGA

La especificidad de este ensayo es traspasar las fronteras de la economía y entretrejer, interdisciplinariamente, el vínculo que se establece entre los tipos innovación financiera introducidos para las tecnologías específicas de cada período. Para tal propósito la obra presenta una primera parte dedicada a explicitar el marco teórico presentando a las revoluciones tecnológicas como grandes oleadas de desarrollo sucesivas –con ello designa al proceso de instalación y despliegue de cada revolución junto al paradigma que impregna al sistema económico y al social–, los procesos implicados en la asimilación de una revolución tecnológica,

las secuencias recurrentes de eventos que dan cuenta de su difusión y la identificación de las cinco revoluciones tecnológicas que se han sucedido en los dos últimos siglos. A partir de ello, en la segunda parte se examina el comportamiento cambiante y recurrente del capital financiero en su relación con las revoluciones tecnológicas. En la tercera parte discute las fuerzas que producen la secuencia recurrente, el modelo mismo y sus alcances teóricos y políticos. Pretende también tratar la manera como las nuevas tecnologías se expanden al tercer mundo, y el papel de las finanzas y de la deuda en dicho proceso.

Para Carlota Pérez una revolución tecnológica puede ser definida como un poderoso y visible conjunto de tecnologías interrelacionadas que suele incluir un insumo de bajo costo, productos e industrias nuevas y dinámicas, capaces de sacudir los cimientos de la economía y de impulsar una oleada de desarrollo de largo plazo. La caracteriza como revolución pues cada uno de esos conjuntos de saltos tecnológicos se difunde mucho más allá de los confines de las industrias y sectores originarios. Cada uno contiene tecnologías genéricas y principios organizativos interrelacionados que hacen posible e inducen un salto cuántico de la productividad potencial de la mayoría de las actividades económicas que, a la vez, moderniza y regenera el sistema productivo. He aquí la doble naturaleza de las revoluciones; este hecho permite que el promedio general de productividad se eleve cada cincuenta años aproximadamente. En ello encuentra que el principal vehículo de difusión es el paradigma tecnoeconómico que se instala con cada revolución que, en el sentido kuhniano, define el modelo y el terreno de las prácticas innovadoras normales, en tanto abarca los principios fundamentales compartidos por todas las trayectorias individuales de un período. Así, el paradigma tecnoeconómico afecta tanto a las conductas relacionadas con la innovación como a las vinculadas con la inversión; es un modelo de óptima práctica constituido por un conjunto de principios tecnológicos y organizativos, genéricos y ubicuos que representa la forma más efectiva de aplicar la revolución tecnológica y de usarla para modernizar y rejuvenecer el resto de la economía, cuando su adopción se generaliza, esos principios se convierten en la base del sentido común para la organización de cualquier actividad y la reestructuración de cualquier institución.

Sobre lo anterior, el texto que nos ocupa recoge una interpretación acerca de cómo se ha venido construyendo la dinámica del proceso histórico mundial en relación con la interacción que, en su interior, se da entre cambios tecnológicos, económicos y políticos. Para ello presenta un modelo de cuatro fases, con fines heurísticos, para ordenar y examinar algunas tendencias recurrentes que puede ayudar a analizar la interacción entre el capital financiero y las oleadas tecnológicas desde el pequeño mundo capitalista del siglo XVIII hasta el capitalismo global de la actualidad. La autora –que ubica su modelo *grosso modo* dentro de la economía evolucionista (p. 203)– sostiene que, aún cuando es incuestionable la especificidad de cada período histórico, existen cadenas causales básicas operando en cualquier escala, y que los cambios de largo plazo se alcanzan mediante saltos discontinuos de destrucción creadora, acompañados por procesos de propagación de alrededor de medio siglo.

Señala que la oleada temprana de una nueva tecnología es un espacio de crecimiento explosivo que origina una gran turbulencia e incertidumbre en la economía y denomina a este proceso de propagación de nuevas tecnologías “período de instalación”, el mismo que comienza con una batalla contra el poder de lo viejo; con una tensa coexistencia entre dos paradigmas en el que tendrá lugar el duro proceso de aprendizaje y adaptación a lo nuevo llevando consigo la destrucción creadora en todas las esferas del sistema social. Es un momento de bifurcación tecnológica en el que la desintegración de las viejas industrias trae consigo desempleo y crisis social. Este hecho, la inestabilidad, explica por qué los frutos se cosechan pasadas las dos o tres primeras décadas.

Subdivide a este período en dos fases. La primera, “fase de irrupción”, se produce inmediatamente después de la irrupción de un “*atractor*” al cual enuncia como *big-bang* de la revolución, en tanto se trata de un evento puntual en el tiempo cuya explosión abre un universo expansivo de posibilidades que despierta la imaginación tecnológica y de negocios de los pioneros. En la segunda mitad de este período se da la “fase de frenesí” en la cual destaca la prevalencia del capital financiero y la turbulencia de las aplicaciones de la nueva tecnología que se convierte en un nuevo “sentido común” capaz de pro-

mover cambios políticos y sociales. Esta etapa se continúa con un intervalo de reacomodo, caracterizado como un proceso de cambio contextual, cuya extensión temporal será la necesaria para introducir los cambios requeridos para pasar de una economía guiada por criterios financieros a otra de sinergia productiva, de modo que esta etapa pueda continuarse por un período de crecimiento más armonioso designado por la autora como “despliegue”, subdividido en fase de sinergia, en la que todas las condiciones favorecen la producción y el florecimiento del paradigma ahora dominante y finaliza con la fase de madurez. En esta última fase, en que se introducen las últimas industrias y productos de la revolución, se produce un decrecimiento de las tasas de retorno, lo cual conduce a que la atención se vuelque sobre la búsqueda de nuevas tecnologías.

Pérez encuentra que etapas de euforia económica seguidas de colapsos de confianza, producto de la concurrencia de explosiones de productividad junto a agitación financiera, han ocurrido a lo largo de la historia y que estos son fenómenos interrelacionados e interdependientes, cuya causa es la misma, y que están en la naturaleza y funcionamiento del sistema capitalista. El total despliegue del potencial de riqueza que provee una revolución tecnológica requiere de nuevos marcos socio-institucionales, en tanto el marco que acompañó a la oleada anterior resulta ahora inadecuado. Esto se traduce tanto en un desacoplamiento entre esfera tecnoeconómica y socioinstitucional, como en un desacoplamiento entre nuevas y viejas tecnologías al interior del sistema económico. A su vez, el proceso de reacomplamiento es complejo, prolongado y socialmente dificultoso. El capital financiero tiene un papel decisivo en ello, pues apoya la irrupción de la revolución tecnológica y luego participa del desacoplamiento y despliegue hasta reacomodarse en una nueva revolución tecnológica.

La principal novedad del argumento es que los frutos de las revoluciones tecnológicas, que ocurren cada cincuenta años, se cosechan con retraso. Así, el ensayo sostiene que la secuencia revolución tecnológica-burbuja financiera-época de bonanza-agitación política se reinicia cada medio siglo, aproximadamente, y se origina en mecanismos causales propios de la naturaleza del sistema capitalista, a saber: 1) el hecho de que los cambios tecnológicos se agrupan en constelaciones de in-

novaciones radicales, formando revoluciones sucesivas y distintas, las cuales modernizan toda la estructura productiva; 2) la separación funcional entre el capital financiero y el capital productivo, cada uno de los cuales persigue la ganancia por distintos medios, y 3) la enorme inercia y resistencia al cambio del marco socioinstitucional, en comparación con la esfera tecnoeconómica, aguijoneada por las presiones competitivas.

El análisis del paradigma, en cada caso particular, permite identificar dos rasgos importantes de la dirección del cambio; por un lado, el conjunto de principios que contribuye a la creciente comprensión mutua entre los actores contemporáneos en sus decisiones e interacciones; por otro, el isomorfismo en los cambios transmitidos de una institución a otra, comenzando por las empresas. Para facilitar la comprensión de esta idea, Carlota Pérez presenta los lineamientos o principios correspondientes al paradigma de cada revolución tecnológica desde 1700 hasta la actualidad.

A partir de este esquema señala que desde finales del siglo XVIII el crecimiento económico ha atravesado cinco etapas distintas, asociadas a cinco revoluciones tecnológicas sucesivas. Cada una de ellas irrumpe y se desarrolla en un país particular –país-núcleo–, que actúa como líder mundial durante esa etapa, donde se despliega completamente y desde el cual se propaga a otros países.

Sostiene que, si bien las oleadas de desarrollo que impulsan las revoluciones tecnológicas son fenómenos mundiales de largo plazo, la propagación desde el centro, o núcleo, a la periferia es gradual. De modo que el despliegue como constelación puede llevar hasta dos décadas. Sugiere Carlota Pérez que, ante la dificultad para datar el inicio de una revolución, un elemento que da visibilidad es la irrupción de un *atractor* al cual enuncia como *big-bang*. A su vez, cualquier intento por fechar la finalización de cada revolución resultaría vano porque cada conjunto de tecnologías atraviesa un difícil y largo período durante el cual cada vez se hace más visible el agotamiento de su potencial, pero al irrumpir otra revolución, la lógica y los efectos de su antecesora aún perduran ejerciendo una poderosa resistencia. La instalación generalizada de la lógica de la nueva revolución llevará entre dos y tres décadas de turbulenta transición entre el éxito de la nueva instalación y la declinación de la vieja.

Con frecuencia, la articulación de las nuevas tecnologías con las viejas es lo que genera el potencial revolucionario, pero es la interdependencia sinérgica de un grupo de industrias con una o más redes de infraestructura y las formas culturales de su uso lo que conforma una verdadera revolución. Cuando el nuevo y vasto potencial de un *atractor* (hierro, máquina a vapor, acero, motor de combustión, chip) se hace visible, todas las tecnologías relacionadas se reúnen en una poderosa constelación. Pero cada constelación posee muchos sistemas tecnológicos desarrollados a distintos ritmos y en una secuencia a menudo dependiente de los lazos recíprocos de retroalimentación. Cada uno se va beneficiando por los avances técnicos y mercados logrados por los otros.

Cada oleada de desarrollo representa para Carlota Pérez un nuevo estadio en la profundización del capitalismo pues, en tanto proceso mediante el cual se propaga una revolución tecnológica y su paradigma por toda la economía incorporando cambios estructurales en la producción, distribución, comunicación y consumo, se traduce en cambios cualitativos profundos en la sociedad. Esto es, para que las fuerzas generadoras de riqueza alcancen su máximo nivel, se requiere de cambios inmensos en correspondencia con los patrones de inversión y con los modelos de organización empresarial, económica y social. Puede significar que la acumulación requiera de desacumulación en algunos momentos, como así también que lo instalado sea desinstalado para llevar a cabo los cambios estructurales en la dirección más ventajosa. Esto refleja el carácter sistémico del desarrollo capitalista, pues cada revolución tecnológica sacude y moldea a las sociedades y a la vez el potencial tecnológico resulta moldeado y orientado por las confrontaciones y compromisos sociales, políticos e ideológicos que despierta.

Lo anterior, para la autora, se distingue de otras interpretaciones al incorporar con énfasis el proceso de asimilación de las revoluciones como acoplamiento y desacoplamiento del sistema. La diferencia entre el ritmo de cambio de las esferas tecnoeconómica y socioinstitucional es lo que explicaría la turbulencia que se registra con la llegada de cada *big-bang* y por lo tanto, el retraso en el pleno aprovechamiento social del nuevo potencial. En su explicación, en los primeros veinte o

treinta años de difusión de una revolución tecnológica se produce un desajuste entre economía y sistema social y regulatorio, pues los últimos se corresponden con la revolución anterior; a esto se suma que los avances en la esfera tecnoeconómica producen costos sociales que se traducen en desempleo y necesidad de nuevas capacidades en términos de formación de recursos humanos. Todo ello genera problemas de gobernabilidad que dan paso a cuestionamientos a la legitimidad del marco socioinstitucional establecido. Así, cualquiera sea la forma de expresión, las presiones políticas terminan por impulsar los cambios requeridos. Con ello se alcanza el nuevo ajuste mediante la articulación de un modo de crecimiento considerado apropiado que trae aparejado un proceso de reacoplamiento y convergencia. En los siguientes veinte a treinta años se dará, tanto en extensión como en intensidad, el despliegue total del paradigma. Estas son épocas de bonanza, percibidas como edad de oro, pero no necesariamente tiempos de mayor ritmo de crecimiento.

La secuencia de tiempos buenos y malos tendría su origen en la interacción de la dinámica de la economía como tal y la de la sociedad en su conjunto. A partir de aquí la autora se pregunta ¿por qué ocurre el cambio tecnológico en forma de revoluciones? Sugiere que los estallidos de actividad innovadora ocurren como respuesta a una explosión de oportunidades, es decir cuando el paradigma tecnoeconómico ya ha definido un espacio amplio y nuevo para nuevos productos y nuevas ganancias. Cualquiera sea su origen, las posibilidades reales de una innovación radical son tan difíciles de prever antes de la instalación del paradigma que hasta quienes la llevan a cabo dudan de su potencial. Esto ocurre porque las condiciones favorables para la instalación de una nueva revolución aparecen cuando el potencial de la anterior se agota. Este proceso involucra un complejo mecanismo de inclusión/exclusión sistémica. Por una parte, el ambiente socioinstitucional facilita altamente cualquier oportunidad compatible al paradigma vigente; por otra parte, esas mismas condiciones son en sí mismas un mecanismo de exclusión para innovaciones incompatibles con marco existente. El agotamiento de un paradigma trae consigo la necesidad de emprendedores/innovadores como de capital ocioso dispuesto a asumir riesgos. Acá es donde cobra

importancia el capital financiero frente al productivo, en tanto es el que permite la entrada de lo probablemente se convierta en innovación productiva.

La especial atención puesta sobre el intervalo de reacomodo responde a que éste es considerado crucial pues en él se define el modo de crecimiento particular que moldeará al mundo en las siguientes dos o tres décadas. Además, sus características estarán dentro de los límites provistos por el paradigma, pero las decisiones de esos límites dependerán de los intereses, lucidez, poder relativo y efectividad de las fuerzas sociales que participan del proceso.

El texto remarca que la irrupción de una revolución tecnológica genera diversas divisiones, sean estas entre industrias maduras y nuevas, entre empresas modernas y apegadas a los viejos modos de hacer; regionalmente entre reductos preferidos por las nuevas industrias y los pertenecientes a las ahora industrias viejas; en formación de recursos humanos entre los que reúnen capacidades adecuadas a las nuevas tecnologías y aquellos poseedores de habilidades obsoletas; entre población empleada, desempleada y en riesgo; estructuralmente entre industrias adecuadas o no al nuevo sistema regulatorio; e, internacionalmente entre países incorporados a la nueva oleada tecnológica y países rezagados.

Con relación a cómo se expanden las oleadas a la periferia sostiene que la última fase es la de extensión y difusión hacia regiones periféricas; en este período las posibilidades ofrecidas por el paradigma en declinación sirven para propagar el capitalismo en el mundo, ya sea estableciendo pautas de consumo y/o generando deuda que se convertirá en riquezas necesarias para la irrupción de la nueva revolución. Si bien puede encontrarse algún punto de convergencia mundial, pronto la irrupción de la nueva revolución anulará los avances de la periferia. El rasgo diferencial de la actual oleada es que tiende a tener un carácter mundial en todas sus fases. Su instalación genera brechas al interior de los países.

La autora manifiesta que el texto presenta una visión sistémica del comportamiento/evolución de las revoluciones tecnológicas y su relación con el capital financiero. Pero al señalar que las oleadas de desarrollo que impulsan las revoluciones tecnológicas son fenómenos mundiales de largo plazo, donde la

propagación desde el centro a la periferia es gradual, pareciera que el concepto sistémico pierde fuerza explicativa, lo cual choca con su explicación acerca de que los estallidos de actividad innovadora ocurren como respuesta a una explosión de oportunidades, es decir cuando el paradigma tecnoeconómico ya ha definido un espacio amplio y nuevo para nuevos productos y nuevas ganancias. Pareciera entonces que en esta respuesta recupera la fuerza de lo sistémico, debilitando la idea acerca del pasaje gradual de la revolución tecnológica a la periferia.

El texto presenta diversos cuadros que acompañan la explicación del modelo, el cual, en palabras de la autora, es una invitación a la discusión acerca de cómo articular los diferentes elementos y esferas que operan en el funcionamiento interno del sistema capitalista. Seguramente, desde el campo de los Estudios de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad se encontrará una oportunidad para discutir cuál es el espacio que la autora asigna en este recorrido al papel de la ciencia académica, entre otras cuestiones.

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 Sociales 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 contiene tres secciones: Artículos, Notas de investigación y Reseñas. En cada artículo que se envíe se debe indicar a qué sección corresponde. La longitud máxima para la sección Artículos es de 12.000 palabras. Para Notas de investigación, de 8.000 palabras y para las Reseñas 5.000.
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)

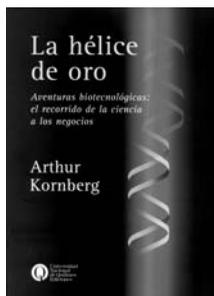
Las solicitudes de suscripción están disponibles en <<http://www.unq.edu.ar/>>, y por tarjeta de crédito pueden enviarse por fax al (54 11) 4365-7184. En todos los casos enviar la solicitud original por correo postal. E-mail: redes@unq.edu.ar

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/>>

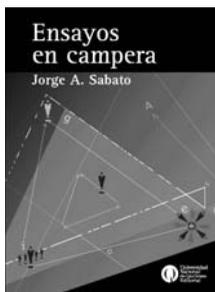
COLECCIÓN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

DIRIGIDA POR PABLO KREIMER

TÍTULOS PUBLICADOS



Kornberg, Arthur
La hélice de oro.
Aventuras biotecnológicas: el recorrido de la ciencia a los negocios



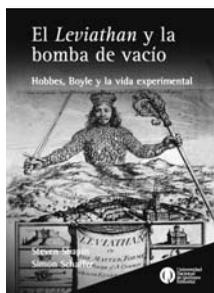
Sabato, Jorge A.
Ensayos en campera



Kreimer, Pablo,
Thomas, Hernán
Rossini, Patricia y
Lalouf, Alberto (eds.)
Producción y uso social de conocimientos.
Estudios de sociología de la ciencia y la tecnología en América Latina



Knorr-Cetina,
Karin
La fabricación del conocimiento.
Un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia



Shapin, Steven y
Schaffer, Simon
El Leviathan y la bomba de vacío.
Hobbes y Boyle entre la ciencia y la política

De venta en librerías

La distribución y venta de los títulos de la Universidad Nacional de Quilmes está a cargo de Prometeo Libros Distribuidora.

Teléfono: 4864-3297

Correo electrónico:

distribuidora@prometeolibros.com

Página web: www.prometeolibros.com



Universidad
Nacional
de Quilmes
Editorial

Más información:

Universidad Nacional de Quilmes/Editorial

Teléfono: 4365-7184

Correo electrónico:

editorial@unq.edu.ar

Esta edición de 700 ejemplares se terminó
de imprimir en el mes de octubre de 2005 en:

Walter Andrés Santiago
Buenos Aires Print
Anatole France 570 - Sarandí
(1872) Buenos Aires
Tel/Fax: 011 4265-1899