

 **REDES 20**
revista de estudios sobre la ciencia y la tecnología

REDES

Revista de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología
Vol. 10, N° 20, Buenos Aires, diciembre de 2003

Director

Pablo Lorenzano

Consejo editorial

Michel Callon (Univ. de Harvard-EEUU)
Renato Dagnino (UNICAMP-Brasil)
Guillermo Hoyos Vásquez (IESCP-Colombia)
Andoni Ibarra (UPV-España)
Sheila Jasanoff (Univ. de Harvard-EEUU)
Larry Laudan (UNAM-México)
Rachel Laudan (UNAM-México)
Iván Lavados (CINDA-Chile)
Jacques Marcovitch (USP-Brasil)
Eduardo Martínez (UNESCO)
Carlos Martínez Vidal (ADEST-Argentina)
Leonardo Moledo (UNQ-Argentina)
C. Ulises Moulines (Univ. de Munich-Alemania)
Emilio Muñoz (CSIC-España)
León Olivé (UNAM-México)
Eduardo Ortiz (Imperial College-UK)
Enrique Oteiza (UBA-Argentina)
Juan Pasquini (UBA-Argentina)
Anna Carolina Regner (UNISINOS-Brasil)
Jean-Jacques Salomon (CNAM-Francia)
Félix Schuster (UBA-Argentina)
Jesús Sebastián (CINDOC-España)
Judith Sutz (Univ. de la República-Uruguay)
Fernando Tula Molina (UNQ-Argentina)
Hebe Vessuri (IVIC-Venezuela)
Brian Wynne (Univ. de Lancaster -Gran Bretaña)

Secretarios de redacción
Santiago Ginnobili
Christian Carman

Propietario
Universidad Nacional de Quilmes
Propiedad Intelectual N° 228900

Diseño original
Ronald Smirnoff

Diagramación
Mariana Nemitz (UNQ-Ediciones)

Abstracts 5

Perspectivas

La ciencia moderna europea como anomalía histórica
Guillermo Boido y Celia Baldatti 9

O processo decisório no complexo público de ensino superior e de pesquisa: uma visão de análise de política
Renato Dagnino 27

Luego de la década del noventa, ¿qué podemos aprender?
Gastón Javier Benedetti 43

Crítica de la representación de la naturaleza en la física contemporánea. Relación con las ciencias humanísticas
María Teresa Casas de Peralta 69

Documentos fundamentales

La naturaleza de lo *a priori* y el elemento pragmático en el conocimiento
Clarence Irving Lewis
Presentación y traducción: *Cecilia Durán y Cristina Di Gregori* 89

Dossier: Transgénicos

Biotecnología agroalimentaria: más allá de la casuística
Andoni Ibarra y Hannot Rodríguez 121

Animales transgénicos y otras yerbas
Susana E. Sommer 139

Percepción social de la nueva biotecnología vegetal
Salvador Darío Bergel 154

Cultivos transgénicos en Argentina: mitos y realidades
Miguel Cantamutto y Mónica Poverene 171



REDES 20

revista de estudios sobre la ciencia y la tecnología

Revista Asociada a la Sociedad de Lógica, Metodología
y Filosofía de la Ciencia en España

Revista asociada a la Asociación de Filosofía
e Historia de la Ciencia del Cono Sur

INSTITUTO DE ESTUDIOS SOBRE
LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA



Universidad
Nacional
de Quilmes
Editorial

Vol. 10, N° 20, Buenos Aires, diciembre de 2003

REDES

Revista de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología es una publicación semestral de la Universidad Nacional de Quilmes, cuya edición está a cargo del Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología. La revista está dirigida tanto a especialistas del ámbito académico como a todos los que se interesan por los estudios metacientíficos –básicamente filosofía, historia, sociología, psicología, economía, política y gestión de la ciencia y la tecnología– con el objetivo de convertirse en un punto de referencia al mismo tiempo que un espacio de reflexión y producción de conocimiento sobre el complejo e interdisciplinario mundo de la ciencia y la tecnología. □

REDES

Revista de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología. Avda. Rivadavia 2358, 6° piso, depto. 6 (C1034ACP) Ciudad de Buenos Aires, República Argentina.
Tel./Fax: (54 11) 4953 0961 / 4951 2431
Correo electrónico: redes@unq.edu.ar

UNIVERSIDAD NACIONAL DE QUILMES

Rector

Doctor Mario Roberto Ermácora

Vicerrector

Profesor Roque Esteban Dabat

Secretarías

Secretario General

Dr. Mario Lozano

Secretario Académico

Dr. Martín Becerra

Secretario de

Investigaciones

Dra. Anahi Ballent

Secretario de Posgrado

Dr. Diego Golombek

Secretario de Extensión

Universitaria

Lic. Marcelo Gómez

Secretario Administrativo

Carmen Chiaradonna

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

INSTITUTO DE ESTUDIOS SOBRE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Director

Leonardo Vaccarezza

Avda. Rivadavia 2358, 6° piso,
depto. 6, (C1034ACP) Ciudad de
Buenos Aires, República
Argentina
Tel./Fax: (54 11) 4953 0961 /
4951 2431
Correo electrónico:
iec@unq.edu.ar

Modern european science as historic anomaly

Guillermo Boido y Celia Baldatti

In this paper, we briefly examine the role that religious beliefs have played in the different worldviews that, in each historic period, have induced specific courses in the process of building and implementing scientific and technological knowledge. In particular, we maintain that, without excluding socioeconomic factors, the presence of metaphysical doctrines and of tight traditional religious structures in civilizations other than the European one of 16th and 17th centuries prevented them from conceiving nature as something secular and therefore hindered the emergence of modern science and capitalism. To reach a better understanding of the problem, we think it is essential to resort to sociological approaches, such as those used by Weber and Ben David. We also think it is useful to analyze the problem by means of the concept of "epistemic framework" introduced by Jean Piaget and Rolando García because it would allow us to understand in what way those frameworks have, in different civilizations and in different historic periods, promoted or hindered a certain worldview and thus have orientated the notions about nature and the approaches necessary for its study.

Key words: Modern science – Religious beliefs – Science in China – Epistemic framework

After the 90's, what can we learn?

Gastón Javier Benedetti

In this present paper, the development of Argentina is analysed in the light of social and macroeconomic variables during the 90's. Besides, topics generally ignored by macroeconomic studies, such as science and technology policy, are also included in this work.

The paper starts by observing the most significant measures in the labour field installed at the beginning of the decade by placing them with their respective theoretical background; then it deals with the resulting economic outcome by considering GDP, inflation and the trade balance so as to revise some socio-economic variables such as employment, income distribution, poverty and indigence. Next, there follow conceptual developments so as to analyse topics as education, science, technology and competitiveness. Finally, this work will show certain ideas and teachings of Argentina under the influence of the Convertibility Plan in the 90's.

Key words: Science and Technology policy – Competitiveness – Economic development – Macroeconomic policy

A critique of the representation of nature in contemporary physics. Its relationship with the humanistic sciences

Maria Teresa Casas de Peralta

Conflictive alienation between humanistic sciences and physics or mathematical physics has arisen from the hardness of physics hypothesis and the image of nature that physics projects.

Growing demands to satisfy material needs of a highly populated world, that is, requirements of technological efficiency in energy conversion for production, distribution and consumption, add now to emerging demands on the conservation of those very resources and environment to keep stable that sustentation, and that is, requirements of technological efficiency in the non degradation and energy reconversion. This is a conflictive duality.

Both demands in efficiency are coupled; we are reaching the limit in which they cannot be independent between them any more. Additionally, they have all sorts of boundary conditions: geographical, zoological, social, economic and cultural phenomena.

A policy managing these problems inadequately will fail in very short time, and if culture ignores them, culture is condemned not only to fail, but also to increase them. Political or cultural voluntarism alerts, some times, not always, about needs, catastrophic present conditions or future consequences, but we will be in need of something else than voluntarism and good intentions, and it is technical knowledge of the problem, and above all, lucidity about its boundary conditions, which, by the way, are not in the least theoretical, and the consequences of not reaching to a satisfying solution.

The dimension of so much pressing requirements poses a global problem, and its interdisciplinary complexity, without precedents, forces to think that solution will be global and interdisciplinary, necessarily. No particular solution will do.

An isolated physical science will not be able to offer it, nor either an isolated human science. It is indispensable that both scientific communities understand their methods, working hypotheses, postulates, theories and boundary conditions in their specific problems, to approach and tackle in accord the common problem. These lines have this purpose, to lay out a bridge to such understanding. They surely will be insufficient, incomplete, but it is healthy to build it.

Key words: Objectivity – Invariance – Legality – Mathematization – Computability – Mental activity

The decisive process in the public complex of higher education and research: a vision of policy analysis

Renato Dagnino

Despite its initial focus in the public research universities, the work aims to provide elements for two extensions or generalizations. The first, in the direction of the decision-making process related to Higher education and Research or to the country S&T policy. It is carried on applying the Policy Analysis approach on its central actor, the academic (and/or research) community. The second, in the

direction of the Latin American countries as a whole, is supported, on the one hand, in the well-known similarities. On the other, in a situation this approach makes explicit: more than in central countries, that actor is here practically the only responsible for the Formulation moment and by the Implementation and Evaluation of the activities triggered by this moment. The analysis of these three moments of the policy process is accomplished in the initial part of the work. It is followed by an attempt of framing it in the taxonomy proposed by Policy Analysis. Arguing that the improvement of this policy demands, more than changes in its normative-institutional model, a better understanding of the policy process itself, the work offers a descriptive-explanatory model of it. Doing so, it expects to contribute, through effective actions on critical variables of the model, to the improvement of S&T policy.

Key words: Public Complex of Higher Education and Research – Policy Analysis
– Latin America – S&T Policy □

La ciencia moderna europea como anomalía histórica

*Guillermo Boido y Celia Baldatti**

Resumen

En este trabajo analizamos sucintamente el papel que han desempeñado las creencias religiosas en las diferentes visiones del mundo que, en cada momento histórico, indujeron trayectorias específicas al proceso de construcción y aplicación del conocimiento científico y tecnológico. En particular, sostenemos que, sin excluir la consideración de factores socioeconómicos, la presencia de doctrinas metafísicas y de férreas estructuras religiosas tradicionales en civilizaciones distintas de la europea de los siglos XVI y XVII impidió concebir la naturaleza como algo profano y, por ende, el surgimiento de la ciencia moderna y el capitalismo. Para una mayor comprensión del problema consideramos indispensable recurrir a abordajes sociológicos como los que ya encontramos en autores como Weber y Ben-David. También creemos de utilidad analizarlo por medio de la noción de “marco epistémico”, introducida por Jean Piaget y Rolando García, que nos permitirá comprender de qué modo, en distintas civilizaciones y momentos históricos, tales marcos han promovido o bien inhibido determinada visión del mundo, y así orientado las concepciones acerca de la naturaleza y los enfoques necesarios para abordar el estudio de la misma.

Palabras clave: ciencia moderna - creencias religiosas - ciencia en China - marco epistémico

Introducción

El papel central que desempeñaron las creencias religiosas en los episodios que culminaron con la Revolución Científica europea, nos lleva a coincidir con H. Floris Cohen cuando señala que parece haber un amplio campo de investigación, en el ámbito de la historia de la ciencia, vinculado con los estudios comparados de religiones.¹ Su objetivo consistiría, en principio, en determinar qué actitudes hacia la naturaleza se manifestaron en el seno de avanzadas civilizaciones en las cuales no se originó la ciencia moderna. En este sentido, diversos autores han avalado la tesis de que, a diferencia de lo acontecido en aquellas civilizaciones, la sustitución en el siglo XVII europeo de una visión del mundo hermético-organicista, característica del Renacimiento, por otra mecanicista, fue razón fundamental para que pudiese

* Centro de Estudios Avanzados, Universidad de Buenos Aires.

¹ H. F. Cohen (1994), p. 487.

surgir la ciencia moderna. “La nueva ciencia”, escribe Morris Berman, “convoca a dar un paso fuera de la naturaleza para materializarla, reducirla a unidades cartesianas medibles para poder llegar a tener un conocimiento definitivo y útil de ella. Una vez que los procesos naturales son despojados de sus objetivos immanentes, sólo les queda a los objetos el valor que pudieran tener para algo o alguien. Todas las cosas se presentan sin significado, salvo que sean beneficiosas o sirvan para un objetivo. [...] El universo, antes visto como algo vivo, poseyendo sus propias metas y objetivos, ahora es visto como una colección de materia inerte que se mueve rápidamente sin fin ni significado.”² Brian Easlea adopta un punto de vista similar:

[El surgimiento de la nueva ciencia no hubiese sido posible] si los científicos no hubiesen adquirido una nueva imagen de la naturaleza que parecía justificar no sólo cualquier tipo de intervención en los asuntos de la naturaleza sino también el rechazo, por acientífica, de cualquier explicación de carácter teleológico. Pues el mundo de la naturaleza ya no era ese organismo vivo, receptivo y pensante en que los alquimistas y herméticos del Renacimiento creyeran vivir. Para los nuevos científicos era exactamente lo contrario de semejante mundo: un mundo de simple materia en movimiento, solamente eso. [...] Obviamente, una naturaleza de este tipo no requiere autoexamen moral alguno por parte de aquellos que la van a utilizar.³

Esta nueva imagen de la naturaleza habría permitido, a la vez, legitimar la determinación, propia del pensamiento capitalista occidental, de doblegarla ante los requerimientos humanos:

A finales del siglo XVII ya se daba por supuesto que los hombres viven en un mundo de materia en movimiento, un mundo que carece totalmente de finalidad específica y que está compuesto de materia manejable, controlable y explotable por los hombres, y en particular por las clases burguesas en ascenso en todo el continente europeo, a cuyo servicio tan dispuestos estaban los hombres de la nueva ciencia a colocar su inteligencia. Es más, los hombres de la nueva ciencia ofrecían una imagen de la naturaleza que se acoplaba a la perfección a una sociedad en ascenso en la que se iba a explotar a la naturaleza, así como al resto de los hombres, en beneficio de los intereses privados y del poder personal, a una sociedad en la que los hombres de las clases trabajadoras se convertirían en “apéndices de las máquinas” y se los consideraría como “manos”. Se trate de una relación causal o no, la realidad era que el cambio social que se produjo durante la transición del feudalismo al capitalismo vino acompañado por un cambio en la imagen de la naturaleza, del organicismo animista al mecanicismo.⁴

² M. Berman (1987), p. 45.

³ B. Easlea (1977), pp. 340-341.

⁴ *Ibid.*, pp. 344-345.

Nadie expresó mejor esta tesis, prosigue Easley, que el milenarista Francis Bacon: en un conocido fragmento de *El avance del conocimiento* el lord canciller sostenía que el dominio de la naturaleza otorgado por Dios en el Jardín de Edén había sido perdido con la Caída, pero que el mismo sería restaurado cuando los hombres uniesen “sus fuerzas contra la Naturaleza de las Cosas, a fin de asaltar y ocupar sus castillos y fortalezas y extender los límites del imperio humano”.⁵ Por su parte, el baconiano John Beale escribía que “así como por la luz [del entendimiento] el hombre se restaura en el dominio de su propia casa, de la misma forma se restaura en el dominio sobre todas las bestias del campo, los pájaros del aire, los peces del mar”.⁶ Tal cosa difícilmente hubiese podido acontecer de haber perdurado en Europa la concepción hermético-organicista de una naturaleza animada y sagrada, incompatible, por caso, con la célebre afirmación de Descartes en el *Discurso del método* de que la especie humana habría de convertirse en “dueña y señora de la naturaleza”. Parece razonable entonces concluir que una sociedad que aspira a adoptar el modo capitalista de producción deberá previamente adherir a una visión mecanicista del mundo, en el que la mera materia en movimiento, carente de sacralidad, podrá ser manipulada sin escrúpulos para ser sometida a los designios del hombre. Ello aconteció gradualmente a lo largo del siglo XVII europeo, lo cual posibilitó más adelante el surgimiento de la Revolución Industrial.⁷

En síntesis, la adopción de una imagen mecánica de la naturaleza se nos presenta como condición necesaria no sólo para el surgimiento de la Revolución Científica sino también, en particular, para el desarrollo del capitalismo moderno. Pero como es bien sabido, *ello sólo ocurrió en Europa*, y de allí la “anomalía” a la que hace referencia el

⁵ Citado por B. Easley, *op. cit.*, p. 346.

⁶ Citado por D. Noble (1999), p. 74.

⁷ Las consecuencias de esta transición entre dos visiones radicalmente opuestas de la naturaleza han conducido a críticos estudios actuales provenientes del ecologismo y en particular del llamado *ecofeminismo*. Carolyn Merchant, en su libro *The Death of Nature. Women, Ecology, and the Scientific Revolution*, de 1980, sostiene que el ascenso de una imagen de la naturaleza asimilable a la de una “mujer pasiva” (que debe ser dominada) en lugar de la de una “mujer nutriente” (que debe ser venerada) supuso la eliminación de un obstáculo que, antes del siglo XVII, había impedido la cruel explotación del mundo natural, lo cual ha conducido inexorablemente a nuestros actuales problemas ambientales. A modo de conclusión, propone un esfuerzo para fusionar modos de pensamiento mecanicista y organicista, lo que a su juicio es lo que la humanidad necesita para evitar una catástrofe ambiental y sobrevivir. A más de veinte años de publicado el libro, la empresa se nos antoja absolutamente utópica. Para una interesante discusión de este punto, véase P. Thuillier, “La ecología y la causa de las mujeres”, en *Las pasiones del conocimiento*, Madrid, Alianza, 1992, pp. 91-101. [Original: 1988.]

título de este trabajo. El interrogante acerca del porqué no aconteció algo similar en el seno de otras civilizaciones (en particular la china, que hacia 1400 exhibía un grado de desarrollo científico muy superior al europeo) ha dado lugar a múltiples estudios y especulaciones, y puede ser llamado “la gran pregunta de Needham”, por referencia al eminente historiador social de la ciencia británico Joseph Needham (1900-1995) y su monumental obra *Ciencia y civilización en China*, cuyo primer volumen (actualmente son doce) apareció en 1954.⁸ Sin embargo, si bien es cierto que la trascendencia de la obra de Needham no puede ser cuestionada, su recurso a factores casi exclusivamente socioeconómicos para analizar las razones que impidieron el surgimiento de la ciencia moderna fuera de Europa, y en particular en China, resulta hoy un tanto unilateral.

Por todo ello, en este trabajo queremos señalar algunas dimensiones de análisis que complementarían el abordaje clásico de Needham. Entendemos, como ya lo anticipamos al comienzo, que es necesario considerar el papel que han desempeñado las creencias religiosas en las diferentes visiones del mundo que, en cada momento histórico, indujeron trayectorias específicas al proceso de construcción y aplicación del conocimiento científico y tecnológico. Trataremos de mostrar que, en particular, sin excluir la consideración de factores socioeconómicos, la presencia de doctrinas metafísicas y de estructuras religiosas tradicionales en civilizaciones distintas de la europea del siglo XVII impidió concebir la naturaleza como algo profano, tesis esta última sostenida por filósofos y científicos mecanicistas. Y que todo ello actuó, en consecuencia, como lo que llamaremos más adelante un *marco epistémico inhibitor* que contribuyó a imposibilitar el surgimiento de la Revolución Científica en dichas civilizaciones.

¿Por qué China?

Al abordar la pregunta de Needham, el historiador debe enfrentarse con algunos interrogantes preliminares. ¿Cuál es el sentido de preguntarse acerca de acontecimientos que, si bien son concebibles, de hecho *no* ocurrieron? ¿Lo tiene afirmar que algo similar a la Revolución Científica se hallaba “a la vuelta de la esquina” en China, India o el Islam⁹ pero que, sin

⁸ La expresión “gran pregunta de Needham” fue utilizada por primera vez por Lynn White. Si bien estaba referida sólo al caso de China, no hay razones para que no se la pueda aplicar al caso de otras civilizaciones.

embargo, chinos, hindúes y musulmanes siguieron avanzando por la misma calle en línea recta? Otro haz de interrogantes se origina a la hora de escoger esta o aquella civilización como plausible destinataria de la pregunta de Needham. Tales cuestiones podrían multiplicarse interminablemente, y han dado lugar a interesantes controversias historiográficas, pero, si se quiere deshacer tal enmarañada madeja de manera operativa y dotarla de sentido, es preferible intentar clasificar las distintas civilizaciones de acuerdo con su grado de desarrollo científico tomando la precaución de caracterizar a éste de tal modo que pueda ser comparado con el “estado del arte” de la ciencia europea en los albores de la Revolución Científica.¹⁰

Podemos en principio descartar aquellas civilizaciones que no tuvieron ciencia o bien que, aun disponiendo de un fondo documental heredado, de carácter científico, se manifestaron indiferentes a la ciencia. Ejemplos paradigmáticos fueron Roma y Bizancio; su antítesis, el Islam. Exceptuados estos casos, el panorama nos ofrece una amplia gama de civilizaciones que *tuvieron ciencia* y que a la vez *intentaron expandir el conocimiento científico disponible*. Ocurre, sin embargo, que muchas de tales civilizaciones exhiben logros científicos que, más allá de su importancia y profundidad, resultan de indagar acerca de un sector limitado de la naturaleza, algo que sin duda no puede ser afirmado de la ciencia europea de los siglos XVI y XVII. Un buen ejemplo lo constituye la extraordinaria astronomía maya, con su matemática computacional asociada, que dio lugar al más célebre calendario del período americano precolombino. Pero no encontramos en la ciencia maya la confluencia y la coherencia, características de la ciencia europea, de conocimientos adquiridos en otros muy diversos ámbitos de investigación natural. Si recordamos la caracterización de la Revolución Científica que ofrece Thomas Kuhn, podemos decir que la Europa renacentista heredó de la tradición grecoalejandrina un conjunto de sólidas “ciencias clásicas” cuya coherencia radicaba en la posibilidad de ser tratadas en términos matemáticos: la astronomía, la óptica, la estática, la hidrostática, la óptica geométrica, la armonía musical y, a partir del siglo XIV, como logro específico de la ciencia europea, la teoría del movimiento.¹¹ Basta pensar que Galileo, en mayor o menor medida, se ocupó *a la vez* de todas ellas.

⁹ El término *Islam* designa a una religión, a una forma de vida y también a una *civilización*. Se utiliza aquí en este último sentido. Véase G. Firolamo, *et al.*, *Storia delle religioni*, Roma, Laterza, 1998, cap. XIII.

¹⁰ H. F. Cohen, *op. cit.*, p. 378.

¹¹ T. S. Kuhn (1982), pp. 56-90.

Este criterio nos exige de formular la pregunta de Needham a propósito de civilizaciones tales como las de Japón, de Corea o de la América precolombina, y nos deja a solas con tres de ellas, que debemos analizar en su momento de mayor esplendor cultural y científico: China, India y el Islam. Las tres son dignas de consideración, pero, en una primera selección y por razones que no podemos exponer aquí, la civilización que reviste mayor interés para la pregunta de Needham resulta ser la china a fines del siglo XIV, época en que Europa se hallaba en los umbrales del Renacimiento.¹² Por entonces gobernaba el floreciente imperio chino la dinastía Ming (1368-1644), instaurada por el monje Chu Yuanziang luego de la expulsión de los mongoles y la conversión de Beijing en sede de la corte, del poder ejecutivo y del poder militar. A comienzos de esta dinastía se llevaron a cabo importantes esfuerzos por incrementar la agricultura y el comercio (la ciudad meridional de Suzhou, centro productor de tejidos de seda y algodón, se convirtió en la mayor ciudad del mundo durante los siglos XV y XVI). A la par, esta dinastía promovió y presidió un importante desarrollo cultural. La literatura china en general se desarrolló enormemente; a fines del siglo XIV y comienzos del siglo XV, fue compilada una serie de libros considerados como el “alma de la cultura china”: alcanzaba casi 23.000 títulos. Este panorama cultural fue el que hallaron, en la segunda mitad del siglo XVI, los misioneros jesuitas que comenzaron a predicar el cristianismo (¡y la astronomía copernicana!). Si bien tuvieron acceso a la corte Ming, los jesuitas no lograron implantar allí su doctrina religiosa ni el pensamiento científico occidental.

Por otra parte, la ciencia china de la época había heredado una rica tradición milenaria. Vinculada con necesidades de índole práctica, en particular la exigencia de relevar tierras, calcular impuestos, construir diques, murallas y otros trabajos de ingeniería, pero también como auxiliar de la astronomía, la matemática china se había ya expresado en dos libros clásicos:

¹² Dicho brevemente, sin restar méritos a la matemática y a la astronomía hindúes, las “ciencias naturales” en la India se redujeron a la botánica y a la medicina, si bien surgió allí también una forma de atomismo especulativo. En el caso de la ciencia islámica, el punto de partida de cualquier análisis es completamente diferente, pues el Islam heredó un fondo documental grecoalejandrino similar al europeo; la pregunta remite entonces a las razones por las cuales no se desarrolló la ciencia moderna durante el apogeo de la cultura alejandrina, a partir, por ejemplo, de la obra de Arquímedes. Sobre esta “imitación” de la ciencia en Alejandría, llamada “la pared de vidrio transparente de los griegos”, se ha invocado al menos una docena de razones, todas ellas de fundamento muy diverso, debidas a Whewell, Dijksterhuis, Bernal, Farrington, Clagett, Koyré, Ben-David y muchos otros. Para un análisis exhaustivo de este punto, véase H. F. Cohen, *op. cit.*, partes V y VI.

sicos, uno de los cuales, probablemente, se remonta al milenio I a.C. (acerca de estas dataciones hay controversias entre los sinólogos, pero con seguridad ambos libros eran conocidos en tiempos de Confucio, en el siglo VI a.C.) En ellos ya es posible hallar el conocimiento del teorema que hoy llamamos “de Pitágoras” y el modo de operar con fracciones y raíces cuadradas. Los notables registros de observaciones planetarias, realizados entre los siglos V a.C. y X d.C., y la medición de un arco de meridiano para establecer una unidad de medición de longitudes (empresa que en Occidente no se realizó hasta 1735), fueron también extraordinarios logros de la ciencia china. Hacia el siglo IV a.C. algunos astrónomos chinos llegaron a la conclusión de que los eclipses de Sol estaban vinculados con los movimientos de la Luna. En el año 20 a.C. aparece un escrito en el cual se indica explícitamente: “Cuando hay eclipse de Sol es porque la Luna lo oculta al desplazarse en su propio camino”. Posteriormente, en un libro del año 120 d.C., se ofrece una descripción detallada de la forma en que se produce el eclipse.¹³ No podemos detenernos aquí en la consideración de otros importantes logros científicos de la ciencia china, en los campos del magnetismo, la acústica y la óptica.

Religión y cosmología en China

Las sucesivas religiones “oficiales” en China a partir de mediados del primer milenio a.C. resultaron de sincretismos diversos practicados entre tres sistemas filosófico-religiosos: el confucianismo, el budismo (de origen hindú y difundido en China y Japón en los primeros siglos de la era cristiana) y el taoísmo. Sus fundadores fueron prácticamente contemporáneos entre sí y a la vez contemporáneos de Pitágoras o Heráclito: Confucio, c. 551-479 a.C.; Buda, c. 563-c. 486 a.C.; Lao-tsé, c. 570-c. 490 a.C. Después de un breve período de decadencia en el siglo III a.C., el confucianismo resurgió durante la dinastía Han (206 a.C.-220 d.C.). Las obras confucianas fueron restauradas y enseñadas por los eruditos en las academias nacionales de China, a la vez que conformaron también las bases de los exámenes para desempeñar puestos civiles, políticos y militares. Los candidatos a cargos gubernamentales de responsabilidad, como los asociados con el mandarinato, eran escogidos en función de su conocimiento de la tradición literaria. De este modo, el confucianismo adquirió un total dominio sobre la vida administrativa y política. Pero a la caída de la dinas-

¹³ R. García (2000), p. 185.

tía Han, el confucianismo fue superado por sus filosofías rivales: el taoísmo y el budismo. Las actividades intelectuales durante la dinastía Song (960-1279) dieron origen a un nuevo sistema de pensamiento basado en una amalgama de confucianismo con elementos budistas y taoístas; esta nueva escuela es conocida por los sinólogos como *neconfucianismo*, vigente en la época de la que nos ocupamos.

El confucianismo es esencialmente una “filosofía social” que legitima la necesidad de mantener el orden y la cohesión social. Ni Confucio ni sus adherentes posteriores manifestaron interés alguno por comprender el andar de la naturaleza. Para Needham, el taoísmo conforma un movimiento de oposición continua que intenta quebrantar la hegemonía del confucianismo y en particular su burocracia. En un trabajo de 1947, “Ciencia y sociedad en la antigua China”, incorporado luego a *La gran titulación* (1969), atribuyó a la influencia del confucianismo y su “masculinidad” los componentes racionalistas, la erudición literaria, el burocratismo feudal y las características del *establishment* administrativo y gubernamental de China. Por el contrario, relacionó al taoísmo y su “feminidad” con su interés acerca de la naturaleza, las artes y las artesanías, con su receptividad hacia las novedades y su falta de prejuicios, origen de su oposición al feudalismo chino. Nos dice textualmente: “La aproximación imparcial, sin ideas previas, preguntando de manera humilde, el espíritu de humildad frente a la naturaleza, fue comprendido por los taoístas, por ejemplo cuando hablan del ‘valle que recibe el agua que fluye hacia él’. Creo que intuían que el científico debe acercarse a la naturaleza con un espíritu de humildad y adaptabilidad, y no con aquella disposición masculina, de ordenar la sociedad, que tenían los confucianos”.¹⁴ Reitera luego esta antinomia con una extraña referencia al conflicto de Galileo con los peripatéticos, destacando que aquellos que se negaron a mirar por el telescopio asumieron una actitud “confuciana” mientras que la de los galileanos habría sido de corte “taoísta”:

El historiador de la ciencia Walter Pagel ha demostrado que en el siglo XVII y en tiempos de Galileo, los teólogos de la iglesia cristiana estaban divididos en dos bandos, por una parte los racionalistas, y por otra los teólogos místicos. Estaban igualmente divididos en cuanto a su actitud hacia la nueva ciencia que se desarrollaba en ese momento gracias a la

¹⁴ J. Needham (1977), pp. 161-163. Needham ilustra la insistencia de los taoístas en lo femenino a propósito de la naturaleza con este hermoso poema del siglo VI: “El Espíritu del Valle nunca muere. / Lo llaman el Misterio Femenino / y la puerta del Misterio Femenino / es la raíz del Cielo y de la Tierra. / Y está en nuestro interior continuamente; / pídele cuanto quieras; su fuente no se agota.”

obra de hombres como Galileo. [...] Los teólogos racionalistas rehusaban mirar por el telescopio de Galileo porque, según decían, “si vemos lo que está escrito en Aristóteles, no tiene sentido mirar por el telescopio; si vemos lo que no está escrito en él, no puede ser verdad”. Era ésta una actitud muy confuciana. Galileo correspondía más bien a los taoístas, que adoptaban una postura humilde hacia la naturaleza, y deseaban observar sin prejuicios.¹⁵

Aquí el anacronismo historiográfico de Needham es evidente: Galileo y los taoístas son presentados como “progresistas” mientras que los peripatéticos y confucianos resultan ser “retrógrados”. De hecho, señala Needham, de no haber prevalecido el pensamiento confuciano en China, bien pudo haber surgido allí un “Galileo taoísta”. Lo cierto es que, mientras el confucianismo exhorta a los individuos a someterse a las normas de un sistema social ideal, el taoísmo mantiene que el individuo debe ignorar los dictados de la sociedad y sólo ha de someterse al canon subyacente del Universo, el *Tao* (camino), que no puede ni describirse con palabras ni concebirse con el pensamiento. A la postre, esta doctrina proveyó las concepciones cosmológicas más elaboradas a la civilización china y, en particular, dio fundamento a la alquimia. En el taoísmo, el universo es concebido como un proceso que se desenvuelve por las pulsaciones de dos “fuerzas espirituales” contrarias: el Yang y el Ying. La lucha y la reunión del Ying y el Yang engendran cinco elementos: el agua, el fuego, la madera, los metales y la tierra, que a su vez generan todos los materiales que conocemos. De aquí los alquimistas taoístas derivaron una práctica destinada a la obtención de la piedra filosofal y de la inmortalidad, para llevar a los seres a su máxima perfección.

Los contextos socioeconómicos y religiosos

Recordemos que, a propósito del “estancamiento” de la ciencia china a partir de 1400, Needham invoca como posible razón la organización del conocimiento y las relaciones sociales de producción. Por una parte, hace referencia al control de la tecnología a gran escala (especialmente la ingeniería hidráulica) por parte del Estado centralizado bajo el feudalismo burocrático. Esta tecnología, en tanto que administrada por el servicio civil no hereditario (el mandarinato), fue utilizada para afianzar el poder del emperador frente a tendencias políticas centrífugas, pero nunca estuvo bajo el

¹⁵ *Ibid.*, p. 165.

control de una clase burguesa productiva. En el marco de los valores sociales tradicionales, los comerciantes constituían la clase menos estimada, al tiempo que, en China, la ciudad carecía de la autonomía política de la que gozó desde un principio la Europa moderna. Sostiene Needham a lo largo de muchas páginas que sólo la burguesía podía tender un puente entre el trabajo intelectual y el manual, necesario para el avance de la ciencia moderna y el capitalismo.¹⁶ Pero ello no fue posible. Su debilidad política (en particular si se la compara con la envergadura de la burguesía europea del siglo XVII) explicaría entonces la incapacidad de China de desarrollar una ciencia moderna similar a la occidental.

Sin embargo, la explicación de Needham está explícitamente construida desde la perspectiva de que la ciencia moderna es un “universal cultural”. Desde el punto de vista de otras orientaciones antropológicas, no sería apropiado preguntarse por qué China “fracasó” a la hora de producir una forma cultural europea. También se ha criticado a Needham y a otros analistas del “estancamiento” de la ciencia en los países de Oriente el haber ignorado aspectos religiosos de tales culturas. En un libro de 1968, *Ciencia y civilización en el Islam*, el historiador de la ciencia, filósofo y físico iraní Seyyed Hossein Nasr argumenta que, hacia fines del medioevo europeo, la civilización islámica se negó explícitamente a avanzar en el sentido en que hubiese sido necesario hacerlo para producir una Revolución Científica. Sus últimos grandes científicos habrían percibido la inconveniencia de llegar a construir una *ciencia* carente de *sabiduría*. Dando por sentado que la contemplación introspectiva de la unidad divina conforma en sí misma una finalidad ineludible, la ciencia debe permanecer subordinada a ella. Dejando de lado la cuestión de si la “declinación” de la ciencia islámica resultó o no de una decisión cultural explícita, resulta claro que la interpretación del autor implica la discriminación entre islamismo y cristianismo a la hora de considerar el lugar de la naturaleza en la visión del mundo de ambos sistemas de creencias.¹⁷ En otro libro posterior, de 1968, *Hombre y naturaleza*, Nasr escribe:

La razón principal del porqué la ciencia moderna no se desarrolló en China o en el Islam radica precisamente en la presencia de una doctrina metafísica y una estructura religiosa tradicional que se negó a concebir a la naturaleza como algo profano. Ni la ‘burocracia oriental’ de Needham ni cualquier otra explicación social y económica bastan para explicar porqué la Revolución Científica, tal como fue concebida en Occidente, no se desarrolló en otros lugares. La razón más básica es

¹⁶ *Ibid.*, pp. 129-156.

¹⁷ H. F. Cohen, cit., p. 485.

que ni en el Islam, ni en India ni en el lejano Oriente las entidades materiales podían agotar la significación de una naturaleza de carácter sacramental y espiritual. Como ejemplo de ello, la dimensión intelectual de estas tradiciones debilitó la posibilidad de desarrollar una ciencia y una filosofía completamente seculares en el seno de la ortodoxia tradicional del Islam, semejante en muchos aspectos al cristianismo. Pero el hecho de que la ciencia moderna no se haya desarrollado allí no fue señal de decadencia, como algunos han sostenido, sino la expresión de la negativa del Islam a considerar cualquier forma de conocimiento como completamente secular, separada de aquello que era considerado como el fin último de la existencia humana.¹⁸

En la visión de Nasr, el desarrollo de la ciencia en Occidente es considerado como una suerte de “anomalía” porque resultó a la postre, en soledad, la única civilización del mundo que quitó su sacralidad a la naturaleza, convirtiéndola en algo profano. No extraña que Needham, para quien la Revolución Científica significó el anuncio de una ciencia universalmente válida antes que la profunda violación y distorsión de un natural orden de cosas, no haya adoptado aquel punto de vista. En una de las notas del autor de *Ciencia y civilización en China*, Needham afirma que la intención de Nasr es propugnar el retorno a un punto de vista medieval, lo cual ya no es posible, y agrega que “los científicos deben trabajar *como si* la naturaleza fuera profana”. Cabría preguntarse, sin embargo, qué particular concepción de la naturaleza suministraría tal libertad de tratarla “*como si* fuera profana”. Por ello señala Cohen:

Inflexible en su posición de explicar las diferentes experiencias científicas de las civilizaciones del mundo por el recurso último a factores socioeconómicos, Needham nunca realizó una comparación detallada entre las actitudes hacia la naturaleza en dichas civilizaciones y cómo dichas actitudes pudieron legitimar, a su vez, las correspondientes maneras de concebir lo sagrado y lo profano. En otras palabras, lo que no se encuentra en la tesis de Needham es la contrapartida de los estudios comparativos de Max Weber, en los cuales no un “ethos económico” sino más bien una “concepción de la naturaleza” en las grandes religiones del mundo es la principal área de investigación.¹⁹

Consideremos entonces qué utilidad podría prestar al planteamiento de nuestro problema un abordaje sociológico basado en tales estudios de Weber, como así también de otros debidos a Joseph Ben-David.

¹⁸ Citado por H. F. Cohen, *op. cit.*, pp. 485-486.

¹⁹ H. F. Cohen, *op. cit.*, p. 486.

Los enfoques de Weber y Ben-David

Diferentes religiones suponen distintas actitudes hacia el mundo, nos dice Weber, y éstas, a su vez, conforman contextos socioeconómicos que pueden resultar muy disímiles según la civilización de que se trate. El objetivo final de las investigaciones del gran sociólogo alemán fue precisamente tratar de analizar dichas actitudes para decidir si ellas podrían dar lugar al surgimiento del tipo de orientación de vida, metódica, autodisciplinada y racionalizada que estimaba indispensable para la aparición del espíritu del capitalismo moderno.²⁰ En este sentido son significativas sus observaciones acerca de las características del confucianismo, al que describe básicamente como una moralidad intramundana de laicos interesada en la adaptación al mundo, a su orden y convenciones. Sin un estamento clerical ni agrupaciones religiosas independientes, el confucianismo no generó ninguna doctrina de salvación, ni una ética o educación propias dirigidas a ese fin.

Si bien Weber pone el énfasis en la importancia de las condiciones económicas, otorga también un peso fundamental a la dimensión religiosa. Sostiene que el racionalismo económico depende en su origen tanto de la técnica y el derecho racionales como de la capacidad y aptitud de los hombres para desarrollar determinados tipos de conducta práctica racional, pero señala al mismo tiempo que cuando esa conducta se enfrenta a obstáculos de tipo espiritual, también en el campo de la economía el desarrollo de una conducta racional se ve perturbado por fuertes resistencias internas.²¹

Al comparar las éticas puritana y china, Weber muestra cómo esta última redujo a un mínimo absoluto la tensión respecto del mundo; éste era el mejor de los mundos posibles, la naturaleza humana era constitutivamente buena y todos los seres humanos ilimitadamente perfectibles. La educación filosófico-literaria, de la mano de los clásicos antiguos, era el medio universal para la perfección. El camino correcto era el de la adaptación al orden del supradivino *Tao*, o sea a las exigencias sociales de convivencia derivadas de la armonía cósmica; esto conducía a un piadoso sometimiento a los poderes mundanos. La única retribución esperada por el cumplimiento virtuoso de las normas era una larga vida, salud y riqueza, y, más allá de la muerte, la conservación del buen nombre del individuo. Fueron vanos los intentos de los misioneros cristianos por introducir sentimientos de pecaminosidad en quienes sólo creían encontrarse en falta si

²⁰ M. Weber (1998), p. 25-87.

²¹ *Ibid.*, p. 234.

transgredían los poderes tradicionales: padres, antepasados, superiores en las jerarquías administrativas, o bien las convenciones sociales.

Aquí puede ser pertinente recordar una reflexión de Bertrand Russell, quien reproduce un lema taoísta del siguiente modo: “producción sin posesión, acción sin agresividad, desarrollo sin dominación”. En la ética protestante, por el contrario, la relación con un Dios supramundano y un mundo creado y corrupto, moralmente irracional, es seguida por una consideración profana de la tradición y la imposición de trabajar constantemente por la conquista y el dominio de la naturaleza. En síntesis, tenemos, por un lado, la necesidad de adaptación al mundo; por el otro, la de transformarlo racionalmente.

Para Cohen, los estudios sociológicos de Weber parecen tener mayor envergadura que los de Needham en cuanto a que han sido edificados a partir de conceptos que pueden ser empleados para el análisis de otras civilizaciones, distintas de la europea. Los análisis de Weber sobre distintas capas sociales y sus inclinaciones religiosas, sostiene Cohen, nos introducen en un ámbito de análisis mucho más sofisticado que el de la sociología de Needham, fundada en el antagonismo entre comerciantes y burócratas.²² Sería por tanto fructífero vincular los mejores hallazgos de Needham acerca de las características de la ciencia china con un análisis sociológico basado en enfoques que provienen, entre otros, de la obra pionera de Weber y de otros sociólogos, occidentales y orientales, que han prestado particular atención a las relaciones entre estructuras sociales y religiones.

También el aparato conceptual desarrollado y aplicado por Joseph Ben-David se presenta como un excelente punto de partida para comprender mejor el desarrollo de la ciencia en China y en otras civilizaciones. En particular, son sugestivas sus indicaciones acerca de las distintas concepciones de la ciencia que sustentaban aquellos que la practicaban (e incluso las de quienes no lo hacían) de acuerdo con su pertenencia a determinada clase social, de lo cual surgen distintas valoraciones del científico y su papel en la sociedad. Ben-David propone un *pattern* para el desarrollo de la ciencia en las sociedades tradicionales en el que se alternan períodos de florecimiento del conocimiento científico con otros de declinación, estos últimos originados en la carencia de reconocimiento, por parte del poder político, del importante papel social que desempeñan los científicos. La Europa moderna, precisamente, habría sido la excepción, y por ello tal declinación no se produjo.²³

²² H. F. Cohen, *op. cit.*, p. 481.

²³ J. Ben-David (1974), pp. 38-47.

La gran pregunta de Needham a la luz de los marcos epistémicos como inhibidores del desarrollo científico

La noción de *marco epistémico* fue introducida por Jean Piaget y Rolando García en su libro *Psicogénesis e historia de la ciencia* (1982). Ambos autores creyeron conveniente distinguir –tomando distancia de Kuhn– entre paradigmas sociales y epistémicos: en un marco epistémico encontramos componentes sociológicos pero también otros que provienen del sistema cognoscitivo. Sin embargo, afirman, “una vez constituido un cierto marco epistémico, resulta indiscernible la contribución que proviene del componente social o de la componente intrínseca al sistema cognoscitivo. Así constituido, el marco epistémico pasa a actuar como una ideología que condiciona el desarrollo ulterior de la ciencia”.²⁴ En este sentido, los marcos epistémicos de diversas épocas y culturas históricas actúan como ideologías que *condicionan* (pero no *determinan*) el desarrollo científico. En particular, condicionan las preguntas que el investigador *puede* formularse acerca del mundo y por tanto el tipo de teorizaciones que *pueden* surgir en ese momento y lugar en los diversos campos del conocimiento. Para Piaget y García, factores sociopolíticos y económicos, pero también filosóficos y religiosos, contribuyen a la conformación de marcos epistémicos que dan cierta direccionalidad y orientan ciertas conceptualizaciones hacia esta o aquella visión del mundo, y en particular encauzan una concepción de la naturaleza y deciden las preguntas que acerca de ella se pueden formular para su estudio.

Desde este punto de vista, las características de las concepciones que podemos llamar *organicistas* del universo (y aquí podemos incluir al aristotelismo y al hermetismo renacentista) generaron visiones de la naturaleza que, por haber perdurado en Oriente y a diferencia de lo sucedido en Europa, impidieron en aquellas remotas civilizaciones la posibilidad de seguir la trayectoria de la ciencia occidental. La culminación de la Revolución Científica europea significó precisamente la superación previa de tales visiones organicistas, aristotélicas y herméticas, y su sustitución por otras de carácter mecanicista. Pero en el seno de aquellas culturas orientales dicha transición no aconteció. A propósito de la civilización china, nos dice Rolando García: “Hay un pensamiento físico marcadamente diferente del pensamiento occidental y con raíces antiguas que datan de la escuela mohista, entre los siglos IV y III a.C. La concepción del mundo de los chinos influyó considerablemente en el desarrollo de este pensamiento fí-

²⁴ J. Piaget y R. García (1982), p. 234.

sico. *La naturaleza es concebida como un todo orgánico, no como una interacción entre objetos aislados.* [...] La idea de continuidad de la naturaleza se impone sobre la percepción discontinua de los objetos”.²⁵ Y también: “Que una explicación tomara forma geométrica o mecánica era una necesidad para los griegos pero no para los chinos. En efecto, los diferentes organismos que componen el organismo universal debían de seguir “su propio *Tao*”, el *Tao* que correspondía a su naturaleza, y éste no era necesariamente representable por medio de relaciones geométricas o interacciones entre fuerzas mecánicas. La diferencia fundamental entre griegos y chinos no residió, por consiguiente, en que unos buscaran las razones de los hechos y otros no, sino en el tipo de razones que aparecían como aceptables, en la clase de “evidencia” última, más allá de la cual cesaban las preguntas (lo que está vinculado con lo que hemos llamado ‘marco epistémico’ y que condiciona las conceptualizaciones en cada cultura y en cada período)”.²⁶

De lo anterior parece razonable concluir que, en el caso de la civilización china, un marco epistémico que podríamos llamar *inhibidor* contribuyó a imposibilitar el surgimiento de la ciencia moderna. Pues analizar y comprender un organismo exige una actitud mental diferente de la que se requiere para explicar los fenómenos al modo mecanicista, y esta concepción organicista conformó un marco epistémico que condujo a distintas formas de *holismo* en lugar del muy occidental *reduccionismo mecanicista*. Lo cual, según ciertos analistas, bien podría ser aplicado al caso greco-alejandrino: la ciencia moderna no surgió en Alejandría porque la influyente cosmología aristotélica, de carácter organicista, habría resultado ser un marco epistémico inhibitor que imposibilitó la aparición del mecanicismo en aquel momento y lugar. Tal sería, para emplear la terminología de Koyré, la razón por la cual la antigüedad alejandrina permaneció en el mundo del *a-peu-près* [del “más o menos”] en lugar de derivar hacia el “universo de la precisión”.

En efecto, no encontramos en la ciencia china nada similar a una ciencia física más o menos sistematizada, tal como en cambio la hallaremos luego en Europa a partir de la Revolución Científica. En la remota escuela mohista, mencionada por García y fundada por Mo-tzu (c. 470-391 a.C.), quizás un seguidor de Confucio, hunde sus raíces la gravitante concepción taoísta de la naturaleza, en la cual hallamos ya claramente expresada la noción de que el mundo natural es un organismo y no una interacción de entidades aisladas. El incesante proceso que deri-

²⁵ R. García, *op. cit.*, p. 185.

²⁶ *Ibid.*, pp. 187-188.

va de las pulsaciones del Ying y el Yang, “fuerzas” opuestas y complementarias (un tanto homeostático, por decirlo así, ya que el equilibrio dinámico de ambas es necesario para la armonía del hombre, de la naturaleza y del hombre *con* la naturaleza) aparece ya en textos del siglo V. a.C. Su versión más elaborada la encontramos en un libro posterior, del siglo VI d.C., llamado *Liu Tzu*:

Cuando el Yang ha llegado a su máximo, el Ying comienza a elevarse. De la misma manera como el sol comienza a declinar cuando ha llegado a su mayor altitud, y como la luna, que después de haber crecido hasta estar llena, comienza a decrecer. Éste es el inmutable Tao del cielo. Cuando las fuerzas han alcanzado su clímax, comienzan a debilitarse, y cuando los objetos materiales han llegado a su completa aglomeración, comienzan a dispersarse. Después del año de plenitud, sigue el decaimiento, y la mayor alegría es seguida por la tristeza. Ésta también es la inmutable condición del hombre.²⁷

Como señala Rolando García, la idea de pulsación y de ritmo atraviesa todas las explicaciones sobre los fenómenos físicos que propone el taoísmo. La circunstancia misma de que el Ying y el Yang, con sus alternancias, sean considerados como causa última de todos los fenómenos, habrá de constituir lo que fue quizás el mayor obstáculo epistemológico de la ciencia china y nos permite comprender, al menos en parte, por qué allí no surgió una visión mecanicista de la naturaleza.²⁸ Por otra parte, en la cosmogonía china no existió un Dios creador, una voluntad suprema que diseñó el universo y e impuso sus leyes, como sostuvieran los mecanicistas europeos del siglo XVII. El increado universo orgánico de los chinos estuvo constituido por procesos y relaciones de cooperación armoniosa entre todos los seres, lo cual necesariamente inhibía el surgimiento de actitudes tendientes a develar ese orden preestablecido en la naturaleza. En su cosmología no hay elementos *estáticos* ni *estructuras*, sino *procesos*. Tal concepción presenta un marcado contraste con el mecanicismo europeo, en el cual las totalidades están constituidas por elementos con individualidad propia, y los fenómenos, resultado de las relaciones entre tales elementos, pudieron ser sometidos al análisis matemático y al control experimental.²⁹

²⁷ Citado por R. García, *op. cit.*, p. 186.

²⁸ R. García, *op. cit.*, p. 187.

²⁹ Aspecto que queda ya evidenciado en las primeras concepciones mecanicistas del siglo XVI, cuando el mecanicismo no era todavía una filosofía plenamente desarrollada. El

En síntesis, nuestra ciencia resultó ser estructuralista en el sentido de que presupone la reducción de los fenómenos a estructuras lógico-matemáticas, mientras que en Oriente, ajeno a esta postura epistemológica, no encontraremos explicaciones expresadas en términos de tales formalizaciones.

Conclusiones

Hemos tratado de señalar dos dimensiones de análisis que permitirían complementar la tesis de Needham, fundada en la consideración de factores casi exclusivamente socioeconómicos, acerca de las razones que impidieron el surgimiento de la ciencia moderna fuera de Europa. Una de ellas es de corte sociológico, y se halla expresada en consideraciones que ya encontramos en autores como Weber y Ben-David. El primero ha puesto el énfasis en enfoques que destacan las relaciones entre estructuras sociales y religiones, mientras que el segundo subraya la necesidad de reconocimiento, por parte de los estamentos de poder, del primordial papel que desempeñan los científicos en la sociedad. La segunda dimensión provendría de la consideración de aquellos marcos epistémicos que, en distintas civilizaciones y momentos históricos, por condicionar preguntas y teorizaciones en diversos campos del conocimiento, pueden promover o bien inhibir determinada visión del mundo, y así orientar las concepciones acerca de la naturaleza y los enfoques necesarios para abordar el estudio de la misma. Creemos en particular que las breves consideraciones que hemos expuesto anteriormente son indicativas de la necesidad de promover un amplio campo de investigación, en el ámbito de la historia de la ciencia, vinculado con los estudios comparados de religiones a los que aludíamos al comienzo. Para el historiador y el sociólogo de la ciencia, todo ello deriva en una mayor complejidad de su tarea profesional, pero acompañada también de la fascinación que convocan los nuevos escenarios en los que hoy deben desarrollar su actividad.

universo es entendido como una gran máquina cuyos componentes es necesario desmontar y analizar por separado, para proceder luego al "montaje" de la máquina universal. Ésta es la posición de Tartaglia, heredero directo de su admirado Arquímedes, cuyos ecos se advierten claramente en Galileo.

Bibliografía

- Ben-David, J. (1974) [1971], *El papel de los científicos en la sociedad. Un estudio comparativo*, México, Trillas.
- Berman, M. (1987) [1981], *El reencantamiento del mundo*, Santiago de Chile, Cuatro Vientos Editorial.
- Cohen, H. F. (1994), *The Scientific Revolution. A Historiographical Inquiry*, Chicago, The University of Chicago Press.
- Easlea, B. (1977) [1973], *La liberación social y los objetivos de la ciencia*. México, Siglo XXI Editores.
- García, R. (2000), *El conocimiento en construcción*, Barcelona, Gedisa.
- Kuhn, T. S. (1982) [1977], *La tensión esencial*, México, FCE.
- Piaget, J. y García, R. (1982), *Psicogénesis e historia de la ciencia*, México, Siglo XXI Editores.
- Needham, J. (1977) [1969], *La gran titulación. Ciencia y Sociedad en Oriente y Occidente*, Madrid, Alianza Editorial.
- Noble, D. F. (1999) [1997], *La religión de la tecnología. La divinidad del hombre y el espíritu de invención*, Buenos Aires, Paidós.
- Weber, M. (1998) [1920], *Ensayos sobre sociología de la religión, vol. I*, Madrid, Aguilar-Taurus. □

O processo decisório no complexo público de ensino superior e de pesquisa: uma visão de análise de política

Renato Dagnino*

Resumo

Embora com foco inicial na universidade pública de pesquisa brasileira, o trabalho visa a proporcionar elementos para duas extensões ou generalizações. A primeira, na direção do processo decisório do Ensino Superior e da Pesquisa ou da política de C&T do País, é operacionalizada mediante a abordagem da Análise de Política sobre seu ator central, a comunidade universitária e/ou de pesquisa. A segunda, na direção do conjunto dos países latino-americanos, se apóia, por um lado, nas similaridades conhecidas. Por outro, no fato evidenciado pelo emprego dessa abordagem, de que, mais do que nos países centrais, esse ator é aqui praticamente o único responsável pela Formulação dessa política e pelas atividades de Implementação e Avaliação que dela decorrem. A análise desses três momentos do processo de Elaboração de Política, realizado na sua parte inicial, é seguida de uma tentativa de seu enquadramento numa das taxinomias propostas pelo instrumental de Análise de Política. Argumentando que a melhoria dessa política demanda, antes mesmo do que de mudanças no seu modelo normativo-institucional, um melhor entendimento de seu processo de elaboração, o trabalho oferece um modelo descritivo-explicativo do mesmo. Ao fazê-lo, espera contribuir para que, através de ações normativas eficazes sobre suas variáveis críticas, seja possível a melhoria desse processo.

Palavras-chave: Complexo de Ensino Superior e de Pesquisa Público - Análise de Política – América Latina – Política de C&T

Introdução

A linhagem deste trabalho está referida a três conjuntos de contribuições. A primeira é a coleção de “fatos estilizados” proporcionada pelo instrumental clássico da Análise de Política (Ham e Hill, 1994; Hogwood e Gunn, 1984) e por uma tentativa de sua adaptação ao caso dos países periféricos (Dagnino e outros, 2002). A segunda é a contribuição de autores que estudaram a universidade brasileira a partir da teoria das organizações (Hardy e Fachin, 1996). A terceira é a proporcionada pelo autor em conjunto com outros pesquisadores através do estudo do Complexo público de ensino superior e de pesquisa (Dagnino e Thomas,

* UNICAMP – Brasil.

1999; Dagnino e Velho, 1998; Dagnino, 2002) e que tem como base sua análise do que se tem denominado Pensamento Latino-americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (Dagnino, Thomas y Davyt, 1996).

A análise que apresenta possui como foco privilegiado, em consonância com o recomendado pelo instrumental da Análise de Política, seu ator central, a comunidade de pesquisa, aqui entendida como o conjunto formado pelos seus professores/pesquisadores. Isto é os profissionais que se dedicam ao ensino e à pesquisa em universidades públicas e aqueles que, tendo ali sido iniciados na prática da pesquisa, e socializados na sua cultura institucional, atuam em institutos de pesquisa (e, mesmo em agências de dedicadas ao fomento etc.). Profissionais que, na América Latina, ao contrário do que ocorre nos países avançados e em alguns países asiáticos, constituem a imensa maioria dos que se dedicam à P&D. O fato de que a Política de C&T é, em todo o mundo, provavelmente, a política pública mais eficazmente capturada pelo seu ator central e de que, nos países periféricos como os latino-americanos, ela se reduz em boa medida à política de pesquisa universitária, faz com o poder do professor/pesquisador ultrapasse em muito as fronteiras dos campi. Essa situação, o torna, muito mais do que nos países centrais, um ator dominante da Política de C&T. Por essa razão, freqüentemente, ao longo deste trabalho, far-se-á referência à universidade e às instituições de pesquisa, e à política de C&T e à política universitária, de forma quase indistinta.

Espera-se que essa extensão, que tem por base o fato de que é um mesmo ator –caracterizado por um ethos e interesses políticos específicos– aquele que transita em ambos ambientes e conforma as duas políticas, conte com o beneplácito do leitor. Para o autor, e independentemente de qualquer imposição de tipo metodológico ou preocupação de validação empírica, ela resultou ser a única via – ousada e arriscada, é certo– para o entendimento da realidade com a qual vem trabalhando há quase três décadas.

Justifica essa opção o fato de que a influência do ator professor/pesquisador ocorre desde o momento da Formulação, através de suas opiniões relativas às grandes decisões (programas de fomento, aspectos organizacionais e legais etc), de sua participação nos comitês *ad hoc*, definindo as prioridades (em geral, não explicitamente enunciadas) e a alocação de recursos. Na Implementação, é ele que executa a atividade de pesquisa, freqüentemente alterando as orientações de política formuladas. Na Avaliação (por pares) *ex ante*, durante e *ex post*, alimenta o ciclo da Elaboração de Políticas com decisões sobre o que deve ser priorizado. Na realidade, a intensa interpenetração entre os três momentos impede precisar seus limites e identificar onde existe possibilidade de participação

de outros atores. Mais do que ocorre em outras políticas, a comunidade de pesquisa tende a conformar uma situação de não-tomada de decisão em que apenas “assuntos seguros”, que expressam os distintos interesses das várias subcomunidades disciplinares, mas não desestabilizam a correlação de forças do conjunto frente a outros atores políticos, chegam à agenda de decisão.

A instituição universitária em que se dá a conformação do ethos do ator que aqui se enfoca e, por extensão, o Complexo analisado, é talvez um dos melhores exemplos de ambiente em que ocorre uma interpenetração e re-alimentação entre os três momentos do processo de Elaboração de Política. O que sugere respeitar a recomendação de que sua análise se inicie pelo seu primeiro momento –da Formulação– e assim por diante, sistematicamente. Assim, o momento da Avaliação, diga-se de passagem relativamente bem estudado (pelo enfoque da sociologia da ciência), ao contrário dos outros dois, é aqui abordado nas duas seções que seguem em paralelo aos dois primeiros. A quarta seção busca complementar as anteriores através de um enquadramento do Complexo público de ensino superior e de pesquisa numa das taxionomias propostas pelo instrumental de Análise de Política.

O Momento de Formulação

Neste momento, o que à primeira vista se observa é um estilo de tomada de decisão com uma aparência racional, hierarquizada etc. Tomando inicialmente o ambiente universitário (mais restrito do que o do Complexo, mas elucidativo), vê-se que o processo é presidido por um Reitor, assessorado pelos seus Pró-reitores, cada um encarregado das várias áreas-meio e áreas-fim em que se dá a atuação da universidade, através de inúmeras comissões, órgãos colegiados etc, cada um com seu responsável. Essa “cadeia de comando” é encimada por um Conselho Superior, que tem como missão declarada tomar as grandes decisões concernentes à instituição, elaborar seu planejamento estratégico etc. O fato de que na verdade ele invariavelmente se limite a acolher as recomendações das comissões, referendar os atos executivos da Reitoria e acatar, dando a elas livre curso, as decisões burocráticas tomadas nas instâncias acadêmicas (institutos, faculdades e departamentos), revela o verdadeiro caráter do processo decisório na universidade.

O estilo de tomada de decisão tem sido, na realidade, em praticamente todas as instâncias de poder da universidade (Reitoria, Unidades, Departamentos), eminentemente incremental, é a regra. Um modelo bem

pouco racional, em que o processo de decisão se dá através do mútuo ajuste entre atores pouco diferenciados (Reitor, Pró-reitores, Diretores de Institutos e Faculdades, Chefes de Departamento, são antes de tudo professor/pesquisador e, portanto, pares que amanhã perderão seus mandatos), mediante o qual cada ator se adapta às decisões tomadas no seu entorno, e responde incrementalmente às intenções de seus iguais.

A posição hierárquica, diferentemente do que ocorre em outras instituições mantidas pelo estado, confere ao dirigente universitário uma quota de poder muito restrita e quase nenhum "status". A ocupação de um cargo é vista, nesse ambiente, sobretudo quando explicitamente desejado, como um desdouro. Como um desvio burocrático de quem (já) não tem muito a contribuir para a vida acadêmica da instituição. Ou, então, como um "piano a ser carregado" em revezamento (Dagnino e Velho, 1998).

A não ser no caso do Reitor, em que por ocasião de sua eleição às vezes se explicitam diferenças no que tange a propostas de política para a universidade, os demais cargos "eletivos" (Diretor de Unidade, Chefes de Departamento) são preenchidos invariavelmente mediante acordos sem conotação verdadeiramente política (nem de policy, para não falar de politics). Claro está que esses acordos, que alegadamente buscam preservar os "interesses maiores" da instituição, se dão, como em qualquer outra organização gerida por algum tipo de corpo burocrático (ou profissional) com elevada autonomia relativa ou discricionariedade, em torno de questões e interesses freqüentemente mais prosaicos do que um outsider poderia imaginar.

Valores profundamente arraigados (e cultuados pela) na academia, como a "qualidade" (excelência etc) e liberdade acadêmicas são vistos como suficientemente potentes, enquanto balizamento para as atividades desenvolvidas, para dispensar qualquer preocupação com o planejamento e, por extensão, com o binômio policy-politics. Pelo contrário, ele é visto como uma perturbação (haja à vista a forma como foi praticamente sepultada a avaliação institucional na universidade pública brasileira no início dos 80) que tende a provocar mais "custos" que "benefícios". Os valores éticos inerentes ao ethos da ciência e por isso presentes em grau elevado nessa comunidade, seriam uma garantia adicional de que, livre de ingerências políticas, sociais e econômicas, a ciência possa governar-se a si mesma.

É usual ouvir de dirigentes recém empossados que sua meta é "fazer tudo para deixar seus colegas trabalharem em paz". Que "vão tudo fazer para mexer o menos possível no que já existe e funciona" (e é claro que a universidade só não funciona melhor porque há escassez de recursos!). Mas que vão lutar junto às autoridades da "área econômica", por melhores condições de infra-estrutura (laboratórios, bibliotecas, espaço físico) e de

pessoal (contratação de funcionários e docentes) e defender, e se possível aumentar, a participação que possui a universidade, (unidade ou departamento) no total de recursos. Os dirigentes se autopercebem como viabilizadores de decisões tão atomizadas e tomadas de forma tão difusa e incremental que sequer são entendidas como tais; elas aparecem de forma transfigurada como a forma “natural” de gerir a instituição.

Também ao contrário do que ocorre em algumas outras instituições públicas, os adicionais por “cargos de chefia” são pequenos e, a não ser em situações de deterioração acentuada dos salários, não compensam o prejuízo imposto à carreira do professor/pesquisador em função do tempo que têm que “roubar” à produção acadêmica e a outras atividades de pesquisa e extensão, consultorias etc. Este aspecto, dado que se relaciona de perto com a questão da complementação salarial que se abordará em seguida, deve ser enfatizado: muitas vezes a assunção a um cargo de direção é evitada dado que tende a implicar numa redução do tempo disponível para a realização de atividades que proporcionam rendimento adicional.

Para entender as características que assume a Elaboração de Política, no âmbito do complexo e, em especial, seu momento da Formulação, é conveniente estilizar o processo de acumulação de poder dos atores que o presidem. Ele se baseia numa difusa mas inquestionável estratificação baseada num mecanismo de “transdução” (Dagnino e Thomas, 1999) de prestígio acadêmico em poder político. Através dele o reconhecimento acadêmico que alcançam os pesquisadores em seus respectivos âmbitos disciplinares, mediante os cânones correspondentes, é transformado em capacidade de vocalização e poder político. E, desta forma, em capacidade de influenciar o policy making e a própria política (politics) em âmbitos crescentes.

O poder é, então construído, mediante um ciclo que se inicia quando os pesquisadores, dotados do poder de representação proporcionado por esse mecanismo, defendem os interesses de conjunto da comunidade (ou mais freqüentemente dos grupos disciplinares a que pertencem) frente a outras instâncias decisórias na pugna por mais recursos públicos. Ao fazê-lo, capitalizam, interna e até externamente, a legitimação conferida pelo senso comum (“quem melhor pode dirigir a ciência são os cientistas”). Freqüentemente chegam a invocar o direito de representar o interesse do conjunto da sociedade na busca pelo progresso econômico e social que a ciência, segundo eles, inevitavelmente proporciona (Dagnino, 2002). Na falta de análises feitas na América Latina sobre este aspecto, se remete o leitor às desenvolvidas por Dickson (1988) e Goggin (1986) que mostram para os EUA, mediante a análise da Política de C&T, como este processo se conforma.

Mais do que ocorre em outras políticas públicas e de forma muito mais profunda do que nos países onde existe um espectro maior de participação no processo decisório da política de C&T, esse procedimento, vale ressaltar, é às vezes usado para dificultar a participação de outros atores e controlar a agenda de decisão da política de C&T. É por isso usual que apenas “assuntos seguros”, que expressam os diferentes interesses das várias subcomunidades disciplinares, desde que não ameacem desestabilizar a correlação de forças da comunidade de pesquisa frente a outros atores políticos, cheguem a aceder à agenda de decisão. O conceito de não tomada de decisão (non decision making) formulado por (Bachrach e Baratz, 1962) é inteiramente adequado para descrever o processo decisório que se dá no âmbito do Complexo.

Assim, o momento da Formulação, ao contrário do que se poderia esperar em se tratando de uma instituição em que se cultua a razão, pouco se assemelha ao o modelo racional proposto pelo instrumental de Análise de Políticas: em que o processo decisório ocorre de forma lógica, abrangente, envolvendo a explicitação de valores, a especificação de objetivos com eles coerentes e com um cenário futuro desejado, para a definição do conteúdo da política. O resultado deste primeiro momento é uma política que expressa a conciliação entre atores com interesses comuns que conformam –transfigurado-se– uma aura (ethos) socialmente legitimada em função do poder cognitivo que outras elites e a sociedade em geral não têm como compartilhar. E, freqüentemente, nem mesmo querem entender.

Sua coesão, que se afirma nos seus espaços de trabalho e de socialização no ambiente mais amplo através de sólidos laços corporativos, muitas vezes se manifesta numa atitude corporativista quase conspirativa. É através dela que dizem buscar proteger o saber, a ciência –e os cientistas– do obscurantismo dos encarregados da política econômica e da própria sociedade (ou seus representantes democraticamente eleitos) que “não entendem a importância da C&T para o desenvolvimento” (Dagnino e Thomas, 1999).

Um estilo de tomada de decisão em que o consenso, muitas vezes manipulado pela segunda e terceira “faces do poder” (Lukes, 1974) é visto como um “mal necessário”, freqüentemente, leva a situações que se diferenciam apenas incrementalmente do status quo, dado que “as coisas sempre foram feitas deste modo...” e que “planejar a pesquisa científica e interferir na “liberdade de cátedra”, por mais louváveis que sejam os objetivos, tende a gerar situações piores do que deixar que ela siga seu livre curso...”.

Momento de Implementação

Com respeito à Implementação –a realização das atividades de pesquisa e de formação de recursos humanos altamente qualificados que irão ocupar lugares-chave no aparelho de estado e na própria estrutura de pesquisa– talvez nem fosse necessário qualquer comentário. O professor/pesquisador possui, como profissional (em oposição ao conceito weberiano do burocrata encarregado da implementação da política através do manual), um elevado poder discricionário para determinar as características da Implementação. E, pode-se dizer, da política em si, isto é, a forma como a atividade de pesquisa efetivamente ocorre e os resultados que originam. De fato, quase que independentemente de como foi formulada, a política de pesquisa será implementada do modo que o dia-a-dia das atividades por ele levadas a cabo nos laboratórios, bibliotecas e salas de aula for apontando como a mais adequada às difíceis contingências de uma situação entendida como uma contribuição de uma “fronteira sem fim” com uma, por isso, inerente escassez de recursos.

A esta altura cabe ressaltar que o quadro que se está esboçando sobre o processo de elaboração da política de pesquisa vigente não corresponde ao que parece ser a imagem que dele possui a sociedade. Nem mesmo, a julgar pelo que dizem, dos próprios professores/pesquisadores o estilo desse processo seria racional, hierarquizado e controlado por uma burocracia centralizadora, com alto grau de autonomia e discricionariade, situada no topo de uma organização piramidal impermeável e concentrada em torno de uma administração central, nos órgãos federais do Complexo público de ensino superior e de pesquisa. Existiriam decision makers responsáveis pela formulação da política que a comunidade de pesquisa, sem poder de decisão, apenas implementaria de modo segmentado e hierarquizado. E, ao tentar materializar, na base dessa pirâmide, os objetivos formulados, e alcançar resultados sistemática e rigorosamente avaliados por outras instâncias e atores movidos por princípios e comportamento burocráticos, são oprimidos por uma situação que limita seu potencial de autp-realização e de contribuição para a sociedade.

Não obstante, uma análise mais acurada do momento de implementação mostra que ele não se aproxima do modelo *top down* –em que uma cadeia burocrática de instituições e funcionários executa decisões previamente definidas sem consulta aos cientistas– que alguns dizem vigorar. O estilo vigente é francamente de tipo *bottom up*: o controle do processo é exercido pelos professores/pesquisadores, através de uma sucessão de decisões tomadas de forma atomizada e, freqüentemente, sem direcionalidade definido.

Mas ainda que não fosse assim, a aceitação pelos burocratas, principalmente os que ocupam os postos com maior poder de decisão, dos valores e normas da própria comunidade de pesquisa, garantiria que a implementação transcorresse segundo a vontade dessa comunidade. Além desses postos serem ocupados por “profissionais” e não por “burocratas”, o fato de que estes últimos, quando não pertencem diretamente a ela, foram nela (ou pelo menos por ela) formados, funciona como uma garantia adicional. Usualmente o que se encontra nos escalões mais altos das agências governamentais de planejamento, gestão e fomento são professores/pesquisadores que “estão” burocratas e não funcionários de carreira capazes de exercer alguma influência significativa nas decisões.

Há que destacar, entretanto, que no período 1998-2002, no bojo do que se denomina em outro trabalho (Dagnino, 2002) como um “atalho a la Coreana”, em que o governo brasileiro vinha tentando forçar uma pragmatização da pesquisa universitária mediante uma reformulação do arcabouço institucional da C&T (Fundos Setoriais, Lei da Inovação etc), essa trajetória sofreu uma inflexão. Quadros de governo oriundos da comunidade universitária, ao serem investidos de algum poder, vinham então adotando posturas bastante distintas daquelas até então mais usuais. O fato de que esses quadros, em geral e ao contrário do que antes ocorria, eram relativamente mais jovens e provinham das ciências humanas, talvez explique porque esse processo, que supõe um distanciamento do espírito de corpo hegemônico pela ciência dura, ainda dominante no que tange à fatia dos recursos que absorve, tenha podido ocorrer. Explicar essa situação levaria, por um lado, a reconhecer sua convicção de que a mudança que estavam implementando no sentido de estimular a “inovação” na empresa privada era melhor para o País, embora não o fosse para o que a comunidade entende como “ciência básica”. Por outro, a outras motivações relacionadas à baixa atratividade que apresenta a alternativa de retomar uma carreira universitária cada vez pior remunerada. O fato é que parece haver se alterado naquele período o padrão dominante de coalizão de interesses entre os que estão dentro e fora do aparelho de estado elaborando a PCT.

Uma tentativa de “enquadramento” institucional

Esta seção tem por objetivo complementar a análise dos três momentos da elaboração de política mediante o enquadramento da Universidade (e, mais genericamente, do Complexo público de ensino superior e de pesquisa) numa das taxionomias propostas pelo instrumental de Análise

de Política (Dagnino e outros, 2002). Como seu objetivo é explicitar suas características distintivas por contraste com outros tipos de instituição para, assim, melhor entender seu modo de funcionamento, a classificação utilizada (Elmore, 1978) não é específica para a instituição universitária. Não obstante, e no intuito de dar a conhecer possibilidades de classificação que permitem uma diferenciação entre universidades, vale citar as calçadas no enfoque da administração propostas no excelente trabalho de Hardy e Fachin (1996).

A primeira delas é a sistematizada a partir da contribuição anglo-saxã, que propõe quatro modelos (burocrático, da colegialidade, político e da “lata de lixo”) para descrever o processo decisório, sendo o traço comum a todos eles a idéia central de que a distribuição formal de poder não é o único fator para a análise.

O primeiro, é o modelo burocrático, cuja concepção tradicional foi modificada para introduzir a idéia da universidade como uma organização em que se combinam características que Weber chamaria de burocráticas e profissionais. O segundo foi construído em torno do conceito de comunidade de homens cultos (*scholars*), e enfatiza a autonomia e o consenso. O terceiro privilegia a visão proporcionada pela ciência política e entende o processo decisório como, fundamentalmente, político. O quarto modelo denominado de “lata de lixo” (*garbage can*) concebe universidades como “anarquias organizadas” nas quais decisões são tomadas, fundamentalmente, por default. Para permitir a caracterização de uma dada instituição a ser estudada, cada um desses quatro modelos é referido a quatro aspectos: Processo de Decisão, Exercício da Autoridade (isto é, como os responsáveis pela instituição a exercem), Cultura Institucional (quais são os valores predominantes na instituição), Discricionariedade (como atua o professor/pesquisador em relação aos seus colegas e à instituição).

A segunda classificação é a proposta por aqueles autores a partir desses modelos e tendo como base o conceito de configuração, que combina aspectos estruturais da instituição e os relativos ao seu processo administrativo com os tipos de estratégias que são a eles mais aderentes. Dessa forma, evitando a tendência de focalizar apenas um ou dois aspectos do funcionamento organizacional e examinando uma variedade de elementos da estratégia, da estrutura e do ambiente, eles conseguem capturar as grandes variações de ambientes complexos. Isso é feito através de uma taxionomia composta por seis configurações: Estrutura simples, Burocracia carismática, Burocracia profissional (que pode assumir quatro variantes, missionária, política, anarquia, organizada e tecnocrática), Burocracia mecanizada, Adhocracia e a Forma divisional.

Os aspectos considerados para construir as configurações, que como no caso anterior dão ao resultado operacional da taxonomia uma matriz de dupla entrada (neste caso de 10 x 6) podem ser traduzidos nas seguintes seis perguntas: como se distribui o poder na organização (em que grau está concentrado?); quais são os objetivos ou diretrizes compartilhados ou aceitos pelo corpo docente?; quais os meios mobilizados para atingir esses objetivos?; como é exercido o controle acerca da utilização desses meios e que leva à consecução dos objetivos?; como se dá a mudança organizacional, quem a alavanca?; como, em torno de quem e com que objetivos se organizam os grupos de pressão política?

Hardy e Fachin (1996) consideram ainda que os atores dominantes de uma instituição que se enquadra numa certa configuração tendem a adotar um certo tipo de estratégia, para lograr a consecução de seus projetos. São nove os tipos de estratégia que definem; Planejada: possui intenções precisas, formuladas e explicitadas pela liderança principal (central) da organização e é implementada via controles formais; Empreendedora: existe na visão não-articulada do líder que pode mudá-las e, eventualmente fazê-las emergir ao longo do processo; Ideológica: existe como uma construção compartilhada por todos os atores; é difícil de mudar; “Guarda-chuva”: consiste de metas definidas de forma ampla pela liderança, que faculta aos outros atores a decisão sobre como melhor alcançá-las; o objetivo maior é deliberado, mas o caminho é definido ao longo do processo; Processual: ocorre quando a liderança controla aspectos tais como contratações, composição das comissões, promoções e os utiliza para obter os resultados pretendidos; Desconexa: ocorre em partes distintas da organização e pode contraditar estratégias deliberadas ou emergentes; Consensual: é resultado do ajustamento mútuo entre atores em ausência de diretivas centrais; Imposta: é imposta por forças externas à organização; Não-realizada: é uma que não consegue ser materializar em ações efetivas;

A taxonomia proposta por Elmore, que se utiliza para contrastar as instituições do Complexo com outras instituições de caráter público, está composta por quatro modelos. Tomando como referência particular o momento da implementação cada um deles o entende, respectivamente, como um Sistema de Gerenciamento, como um Processo Burocrático, como Desenvolvimento Organizacional e como um Processo de Conflito e Barganha. Cada um dos tipos é referido a quatro categorias de análise: Princípio Central, Distribuição de Poder, Processo de Formulação de Políticas e o Processo de Implementação propriamente dito.

Como nas taxionomias anteriores e como ocorre em geral com qualquer tentativa de classificação, parte-se de dois modelos extremos, referi-

dos a um certo número de aspectos, a partir dos quais se constroem, mediante o relaxamento das hipóteses de comportamento associadas a esses aspectos, modelos intermediários. Dessa forma, chega-se a um número total de possibilidades de enquadramento institucional que tende a ser bem maior do que o de modelos. No limite, número total de possibilidades é igual ao produto do número de modelos pelo número de aspectos (no caso da taxonomia de Elmore, este número é 16).

Ao que parece, as instituições que compõem o Complexo podem ser enquadradas no quarto modelo extremo –Processo de Conflito e Barganha– proposto por Elmore. Uma tradução livre de suas palavras referentes a esse modelo oferece uma descrição significativamente coerente com aquelas instituições. Segundo ele, referindo-se ao aspecto Princípio Central, as instituições do quarto tipo devem ser entendidas como “arenas de conflito e barganha nas quais indivíduos e sub-unidades com interesses específicos competem por vantagens relativas no exercício do poder e na alocação de recursos escassos necessários para a realização de seus objetivos ou projetos (pessoais ou de grupos)”.

Referindo-se à Distribuição do Poder, ele as caracteriza como organizações onde “a distribuição de poder nunca é estável, mas depende de habilidades transitórias de indivíduos ou unidades, para mobilizar recursos e assim manejar os procedimentos dos outros, sendo que a posição formal na hierarquia é apenas um dos fatores que determinam a distribuição do poder. Outros fatores são, especialmente, conhecimento, controle de recursos materiais especificamente destinados para certas atividades, e a capacidade de angariar apoio político e mobilizar recursos externos. Por isso, o exercício do poder é fragilmente relacionado à sua estrutura formal”.

De fato, nas instituições do Complexo é freqüentemente mais importante, na estrutura real de poder, o responsável por uma linha de pesquisa ou laboratório que é capaz de mobilizar recursos externos, através, por exemplo, de contratos de pesquisa ou prestação de serviços, do que o diretor de uma unidade ou, mesmo, o Reitor de uma universidade ou Presidente de uma Instituição de Pesquisa.

Nesse tipo de instituições, os recursos de que dispõem seus dirigentes são na sua quase totalidade provenientes de dotação orçamentária fixada externamente e em geral mal dão para cobrir as despesas correntes, entre as quais a folha de salários é compreensivelmente o maior item. A margem para, através da introdução de modificações na política da instituição, proceder a realocações importantes é, por isso, restrita. A capacidade de angariar recursos externos, mesmo quando estes não são formalmente exigidos, através de uma proporção da dotação orçamentária

concedida, por exemplo, é vital. Se não para permitir uma ação efetiva de elaboração de política, pelo menos para permitir a sobrevivência –freqüentemente vegetativa– das instituições.

A captação de recursos externos é realizada na universidade através de atividades que não as de docência formal. Isto é, das atividades denominadas de extensão, como a pesquisa, a prestação de serviços e, cada vez mais, os cursos pagos de pós-graduação *latu sensu*. Tanto pelo seu valor e freqüência, como pelo impacto difuso mas poderoso que determina na instituição, tem sido em torno dos contratos de pesquisa que se concentra boa parte das decisões relevantes para a política universitária.

Por essas e outras razões, os professores/pesquisadores não costumam dar muita atenção à agenda explícita de decisão. As congregações e conselhos tendem a ficar restritos a questões corriqueiras, burocráticas, do dia-a-dia. Há um nítido privilegiamento do urgente e das atividades-meio em detrimento do estratégico e das atividades-fim.

Voltando à taxionomia de Elmore, segundo ele nesse tipo de instituições, o processo de Formulação “Consiste em um processo de barganha no interior e entre unidades da organização. Decisões negociadas são o resultado de consenso entre atores com diferentes preferências e recursos. Negociação não requer que as partes entrem em acordo sobre objetivos comuns nem eventualmente requer que elas contribuam para o êxito do processo de negociação. A barganha exige apenas que as partes concordem em ajustar mutuamente sua conduta no interesse de preservar a negociação como um instrumento para a alocação de recursos”.

De fato, o processo decisório nas instituições que conformam o Complexo consiste num processo de barganha em que decisões negociadas são o resultado de consenso entre atores com preferências e recursos de poder pouco diferenciados, mas extremamente zelosos da “liberdade acadêmica” e do direito de autodeterminação. Esses atributos, considerados como balizamentos suficientes para pautar a conduta dos seus membros, são a tal ponto transcendentais que tornariam desnecessário a discussão de temas comuns, como a função social da universidade, sua missão estratégica, a política de pesquisa, ou o tipo de profissional que deve ser formado. O fato de que tais temas não entram na agenda de decisão, conformando uma típica situação de não tomada de decisão.

Consiste numa complexa série de decisões negociadas refletindo as preferências e recursos dos participantes. Sucesso ou fracasso não podem ser avaliados comparando-se o resultado com uma simples declaração de intenção, porque uma lista de propósitos simples não pode gerar um enunciado consistente dos interesses das diversas partes partici-

pantes do processo. O sucesso só pode ser definido em relação aos objetivos de um ator no processo de negociação ou em termos de preservação do processo em si mesmo.

A negociação não requer que as partes entrem em acordo sobre. Nem requer que elas contribuam para o êxito desses objetivos.

O sucesso da universidade (sua “qualidade”) é entendido como um resultado de ações, inevitável e desejavelmente, atomizadas, independentes, e orientadas por um “pragmatismo profissional”. A negociação exige apenas que as partes concordem em ajustar mutuamente sua conduta no interesse de preservar a negociação –e, é claro a “excelência e qualidade” da instituição– como um instrumento para a alocação de poder, de recursos orçamentários e de oportunidades de aceder a recursos externos adicionais ou a fringe benefits de natureza diversa. Essa “arena de conflito e barganha” tende a se tornar um simples espaço para a realização de objetivos ou projetos de sub-unidades ou comunidades independentes, a ser ocupado como forma de garantir a alocação de recursos escassos necessários para seus projetos de expansão.

A Implementação, que nessas instituições costuma ser um mero prolongamento da Formulação, consiste numa extensa série de decisões negociadas refletindo as preferências e recursos de uma complexa rede de participantes. O sucesso ou fracasso não pode ser avaliado comparando-se o resultado com as declarações prévias de intenção. Mesmo porque, tal como já se apontou, é praticamente impossível explicitar uma lista de propósitos consistente com os interesses das diversas partes durante a Formulação. O sucesso só pode ser definido em relação aos objetivos de uma das partes, a que durante a Implementação consegue suplantar as demais ou, o que é mais freqüente, neutralizar ou cooptar. Às vezes, nem isso: o sucesso consiste, para todas as partes, na mera preservação do processo em si mesmo, na expectativa de que na próxima rodada algo diferente possa ocorrer e que mais recursos e apoios externos possam ser obtidos para a implementação dos projetos de cada uma delas. Sempre e quando, é claro, o critério de “qualidade” não seja colocado em risco.

Esse estilo bottom up de Implementação dá ao processo de elaboração de política nas instituições do Complexo o aspecto de continuum Formulação-Implementação apontado pelo instrumental de Análise de Política. E é graças a ele que pode ser mantido um mecanismo comum a outras áreas de política pública no qual se inicia a Implementação antes que se acentue o risco de que a Formulação perca o caráter consensual que os atores dominantes querem preservar frente à sociedade.

De fato, como parece existir o receio de que um processo decisório conflitivo coloque em xeque a confiança que outras elites de poder e a opinião pública em geral depositam na comunidade de pesquisa para a elaboração da (“sua”) política de C&T e de ensino superior, muitas das ações relacionadas a decisões potencialmente disruptivas são efetivamente tomadas “na base”, de forma *ad hoc*, durante a Implementação, no dia-a-dia da realização das atividades de pesquisa, docência e extensão.

Ao contrário do que ocorre no estilo top down, em que a política é implementada por burocratas, no bottom up é facultado aos professores/pesquisadores, por serem animados por uma “racionalidade profissional”, um envolvimento direto com todos os momentos da elaboração da política como forma de, através do seu controle, assegurar o seu êxito. Assim, a Implementação da política, apesar vista por muitos como um processo top down, em que o poder é exercido por um reitor assessorado pelos seus pró-reitores, diretores de unidades, chefes de departamentos etc, tem-se caracterizado por uma combinação de estilos onde o extremo bottom up tem sido claramente predominante. Algo que contrasta com a situação que é muitas vezes apontada como vigente pelos professores/pesquisadores, em que ocorreria um processo top down, hierarquizado, em que funcionários animados por uma “racionalidade burocrática” (que por obrigação de ofício os distancia do conteúdo de politics da policy que implementam) materializam, na base, os objetivos formulados.

Considerações Finais

Na América Latina, mais do que nos países centrais, os professores/pesquisadores são praticamente os únicos responsáveis, não apenas pela definição da agenda de pesquisa e pela formulação da política de pesquisa do País, mas pela execução das atividades de implementação e avaliação que delas decorrem. Sua influência na Política de C&T, por extensão, se dá desde o momento da Formulação, tanto com suas opiniões relativas às grandes decisões nacionais relativas a C&T (programas de fomento, aspectos organizacionais e legais etc), como através de sua participação nos comitês “*ad hoc*”. Eles participam ativamente, tanto na definição das prioridades de pesquisa (em geral, não explicitamente enunciadas), como nas decisões que, ex-ante, mediante o processo de avaliação por pares, presidem a alocação de recursos para a pesquisa.

Seu papel é também determinante na Implementação da política, uma vez que são eles que de fato coordenam as atividades de pesquisa

que decorrem das decisões que, teoricamente, são tomadas no momento da Formulação. Ao participar na avaliação dos resultados da pesquisa, quando novamente mediante a avaliação por pares (agora, ex-post) centralizam o processo, realimentam o circuito dando origem a novas decisões sobre quais atividades devem ser apoiadas.

A interpenetração desses diferentes momentos do processo de elaboração da política é tão grande que é difícil precisar seus limites; como é também difícil identificar quais deles apresentam alguma permeabilidade à ação de atores externos à comunidade.

É um elemento da cultura institucional internalizada pela comunidade um particular mecanismo elitista mediante o qual o prestígio que alcançam os professores em seus respectivos âmbitos acadêmicos é “transduzido” em capacidade para influenciar a política. Esses membros mais influentes, porta-vozes da comunidade a qual pertencem, defendem ser seus interesses de conjunto frente a outras instâncias decisórias. Dessa forma, consolidam uma posição central no processo que tem como resultado a alocação de recursos públicos para a pesquisa.

Esse último aspecto é às vezes usado para dificultar a participação de outros atores e controlar a agenda de decisão. Mais do que ocorre em outras políticas públicas, também decididas quase unilateralmente por atores com poder diferenciado, a comunidade de pesquisa tende a conformar neste caso uma situação de não-tomada de decisão. Nesta, apenas “assuntos seguros”, que expressam os distintos interesses das várias subcomunidades disciplinares, mas incapazes de desestabilizar a correlação de forças da comunidade de pesquisa frente a outros atores políticos, chegam a aceder à agenda de decisão.

Uma última palavra sobre o propósito deste trabalho –oferecer um modelo descritivo do processo de elaboração de política do nosso Complexo público de ensino superior e de pesquisa– merece ser lembrada. Trata-se da expectativa de que esse modelo, possa, através de ações normativas eficazes sobre as variáveis críticas (Matus, 1996) que em função das causalidades que desencadeiam exercem efeitos sinérgicos, contribuir para a melhoria das políticas elaboradas.

Referências Bibliográficas

- Bachrach, P. e Baratz, M. S., *Two faces of power*, American Political Science Review, 56, 1962.
- Dagnino, R. A., “Relação Pesquisa–Produção: em busca de um enfoque alternativo”, in Santos, Lucy e outros: *Ciência, Tecnologia e Sociedade: o desafio da interação*, IAPAR, Londrina, pp.103-146, 2002.

- Dagnino, R., "Enfoques sobre a relação Ciência, Tecnologia e Sociedade: Neutralidade e Determinismo", In *Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a ciência e a cultura*, Sala de Lectura CTS+I de la OEI, disponível em <http://www.campus-oei.org/salactsi/index.html>, 2002.
- Dagnino, R. e outros, *Gestão Estratégica da Inovação: metodologias para análise e implementação*, Taubaté, Editora Cabral Universitária, 2002.
- Dagnino, R. e Thomas, H., "Elementos para una renovación explicativa-normativa de las políticas de innovación Latinoamericanas", Caracas, *ESPACIOS. Revista Venezolana de Gestión Tecnológica*, 21 (2, pp. 5-30), 2000.
- , "Latin American science and technology policy: new scenarios and the research community", *Social Studies of Science*, New Delhi, vol. 4, fasc. 1, pp. 35-54, 1999.
- Dagnino, R., Thomas, H., e Davyt, A., "El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria". *Redes*, N°7, Universidad Nacional de Quilmes, 1996.
- Dagnino, R. e Velho, L., "University-Industry-Government Relations in the Periphery: the University of Campinas, Brazil", *Minerva*, 36, pp. 229-151, 1998.
- Dickson, D., *The new politics of science*, Chicago, University of Chicago Press, 1988.
- Elmore, R., "Organizational models of social programs implementation", *Public Policy*, vol. 26, n° 2, pp. 185-228, 1978.
- Goggin, M. L., *Governing science and technology in a democracy*, Knoxville, University of Tennessee, 1986.
- Ham, C. e Hill, M., *The policy process in the modern capitalist state*, London, Harvester Wheatsheaf, 1993.
- Hardy, C. e Fachin, R., *Gestão estratégica na universidade brasileira: teoria e casos*, Porto Alegre, UFRGS, 1996.
- Hogwood, B. W. e Gunn, L., *Policy analysis for the real world*, London, Oxford University Press, 1984.
- Lukes, S., *Power: a radical view*, London, Macmillan, 1974.
- Matus, C., *Política, planejamento e governo*, 2ª Edição, Brasília, IPEA, 1996. □

Luego de la década del noventa, ¿qué podemos aprender?*

Gastón Javier Benedetti**

Resumen

El presente trabajo analiza el desempeño de la Argentina en la década de 1990 ponderando ciertas variables macroeconómicas y sociales. Asimismo, intenta incluir en dicho análisis, tópicos usualmente ignorados por los estudios macroeconómicos, como la política científica y tecnológica.

Se comienza observando las medidas más significativas instauradas al comienzo de la década –situándolas en su respectivo marco teórico–, luego el comportamiento económico resultante, utilizando como variables principales el PBI, la inflación, la balanza comercial, para luego dar paso a una pequeña revisión sobre variables económico-sociales, como ser el empleo, la distribución del ingreso, la pobreza y la indigencia. A ello le siguen desarrollos conceptuales, para luego dedicarle espacio de análisis a tópicos como educación, ciencia, tecnología y competitividad. Finalmente, se expresan ciertas ideas y enseñanzas que se pueden tener de la década de 1990 en la Argentina bajo el denominado Plan de Convertibilidad.

Palabras clave: macroeconomía – política científica – política tecnológica – competitividad – desarrollo económico

1. Desempeño macroeconómico

1.1 Marco teórico

En 1989, representantes de los organismos internacionales (BM y FMI), académicos y funcionarios de los Estados Unidos y del resto de la comunidad económica internacional se reunieron, en Washington D. C., en un foro para evaluar el progreso de la región de América Latina y el Caribe tras la llamada “década perdida” de 1980.

Había economistas de todas las escuelas ideológicas pero el encuentro demostró que la hegemonía intelectual –basada en estudios, argumentos, evidencias y, sobre todo, en el apoyo de los organismos internacionales– se trasladó, definitivamente, a la escuela liberal. El eco-

* El autor agradece profundamente el apoyo y la colaboración para la realización y la publicación del trabajo al ingeniero Ricardo A. Ferraro.

** Licenciado en Comercio Internacional. Investigador de la Universidad Nacional de Quilmes. E-mail: gaston@lpsat.net

nomista John Williamson llamó al conjunto de recomendaciones que habían sido expuestas y acordadas en dicho foro como el “Washington Consensus”.

El objetivo de tales recomendaciones era lograr un crecimiento de las economías ahora denominadas *emergentes*, reducir los índices de pobreza y lograr una mejor calidad de vida de los habitantes de estos países, a partir de economías equilibradas y las “cuentas en orden”.

El Consenso de Washington reconocía que “la transición podría ser dolorosa pero, inevitablemente, el resultado sería próspero”.¹

Las diez medidas fundamentales que se recomendaron fueron:

- 1) establecer una disciplina fiscal y una disciplina presupuestaria
- 2) priorizar el gasto público en educación, salud e infraestructura
- 3) llevar a cabo una reforma tributaria
- 4) liberalización financiera
- 5) lograr tipos de cambio competitivos
- 6) desarrollar políticas comerciales liberales
- 7) una mayor apertura a la inversión extranjera directa (IED)
- 8) achicar el tamaño del Estado y privatizar empresas públicas
- 9) llevar a cabo una profunda desregulación
- 10) garantizar la protección de la propiedad privada

Los organismos de presión que se utilizarían para que los países emergentes aplicaran estas recomendaciones serían el FMI, el BM y el Tesoro de los Estados Unidos.

1.1.2 La Argentina a principios de la década. Reformas estructurales

En Argentina, ese mismo año, asumía como presidente Carlos Menem, cinco meses antes de lo previsto a causa de la renuncia de Raúl Alfonsín.

En la década de 1980, la economía argentina no había vivido un buen rendimiento; hacia finales de esa década se encontraba en un período inflacionario que no se podía detener, y que condujo a dos episodios hiperinflacionarios: el primero y más crítico en 1989 y el segundo en 1990. Fue así que la nueva administración comenzó un proceso de reformas estructurales orientadas al mercado, cuyos objetivos eran detener la inflación, reducir el ambiente de incertidumbre y comenzar un período de

¹ Engardio (2000).

crecimiento económico. Repasemos, entonces, cuales fueron las medidas adoptadas.

Una de las principales reformas fue la apertura de la economía al comercio internacional. Si bien ya en 1988 había habido algunos avances en este tema, en 1990 el enfoque gradualista de la época anterior fue abandonado completamente y se pasó a una apertura acelerada. Las tarifas de importación se redujeron en promedio desde el 26,5% en octubre de 1989 al 9,7% en abril del 1991.

También fueron eliminadas las restricciones cuantitativas como así también los impuestos específicos. En abril de 1991 la estructura arancelaria ya presentaba tres niveles: cero para las materias primas, el 11% para los bienes intermedios y de capital y el 22% para los bienes finales.²

Otra reforma importante fue la privatización de empresas de propiedad estatal, que comenzó en 1990 con la transferencia de la compañía telefónica y de la línea aérea nacional. Ya a fines de 1994 la mayor parte de las empresas de propiedad estatal habían sido pasadas al sector privado, incluyendo las empresas más importantes, como la petrolera YPF y las que producían y distribuían electricidad. No quedaron exentas de ese proceso empresas que se dedicaban al hierro y al acero, las petroquímicas y las de gas. Tampoco los ferrocarriles, puertos, autopistas, agua corriente y cloacas, canales de televisión y radios, servicios postales, minas de carbón y los varios bancos públicos.

Un conjunto de normas legales marcó este proceso de reforma estructural. Un rasgo muy importante de una de las leyes fue que estableció un trato igualitario para el capital local y para el extranjero. De esta manera, ya no era necesaria la aprobación previa para la inversión extranjera directa.

Otra ley trascendente fue la llamada Ley de Convertibilidad –promulgada en marzo de 1991– que estableció una paridad fija del peso con el dólar estadounidense y validó los contratos en moneda extranjera. Esta norma dio lugar a una significativa y persistente tendencia a la dolarización de las transacciones financieras internas. La ley estableció que el Banco Central debía respaldar el 100% de la base monetaria con reservas en moneda extranjera.³

Éstas fueron, entre otras tantas, las medidas más importantes y que marcarían el desempeño económico durante toda la década de 1990.

² Para una profundización del tema, véase Damill, Frenkel y Maurizio (2002).

³ Para profundizar sobre otras normas legales, no especificadas, véanse Frenkel y González Rozada (2000).

1.2 Los números

1.2.1 Resultados obtenidos

Las tasas inflacionarias lograron detenerse y hubo una caída de las mismas (véase el Gráfico 1),⁴ lo que, sumado a una rápida expansión del producto, hizo creer que la combinación de las políticas y las reformas realizadas constituían la combinación correcta. El crecimiento del PBI comenzó en el segundo semestre de 1990 y esta expansión económica se mantuvo hasta 1998, con la excepción de 1995, cuando se contrajo, para luego retomar la senda de crecimiento (véase el Gráfico 2).

El desempeño de la economía argentina en la década de 1990 tuvo una fuerte tendencia a la expansión durante casi todo el período; lo hizo a tasas muy altas (entre 1991-1994, la Argentina registró la cuarta tasa de crecimiento del PBI más alta del mundo), con lo que, junto con la marcada reducción de la inflación, daba por conseguidos los objetivos planteados por el Plan de Convertibilidad, a comienzos de la década.

Un factor decisivo en este mejoramiento del comportamiento económico fue el renovado acceso al crédito internacional. En la década de 1980 el acceso al crédito externo era muy restringido. Esta tendencia se revirtió ya a comienzos de los noventa, mientras que las tasas internacionales de interés caían desde fines de 1989. Con la reducción de la tasa de ganancia de las inversiones financieras en el mundo desarrollado, la economías subdesarrolladas o periféricas –las “economías emergentes”– comenzaron a recibir crecientes flujos de inversión directa y también financiera. En América Latina, México fue el principal receptor de esos capitales, seguido por la Argentina. De esta manera, luego de diez años de racionamiento crediticio, nuestro país empezó a recibir un importante flujo neto de fondos.

Gracias a la expansión tanto del crédito externo como del interno se hizo posible una recuperación del gasto de consumo y de inversión. En términos macroeconómicos, la absorción interna (C+I+G) sufrió un gran aumento a comienzos de la década.

En esos años se veía claramente la relación Ingreso-Balance Comercial, es decir, cuando la economía argentina se expandía el balance comercial se deterioraba, mientras que en los años en los que se contrajo, se mejoraba la situación comercial. Podemos ver este comportamiento

⁴ Todos los gráficos y cuadros que se presentan fueron escogidos de Damill, Frenkel y Maurizio (2002).

Gráfico 1
Tasas trimestrales de inflación

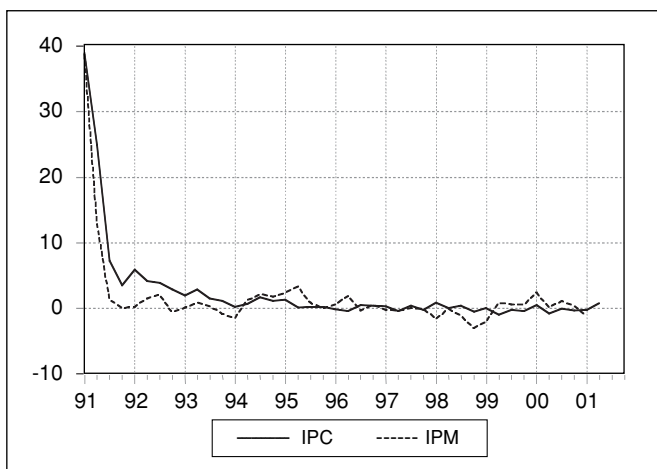


Gráfico 2
Producto Interno Bruto desestacionalizado y tendencia Hodrick-Prescott del PIB
(datos trimestrales en logaritmos, a precios constantes de 1993)

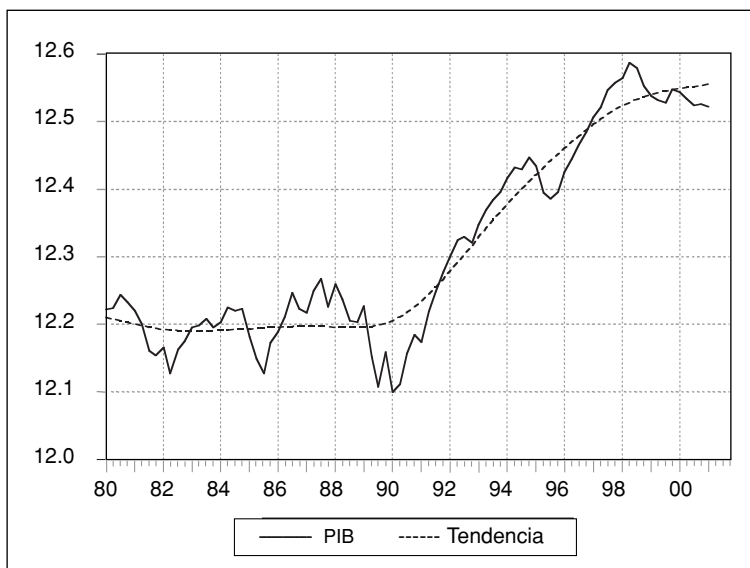


Gráfico 3
Componente cíclico del producto (en logaritmos) y balance de comercio
en millones de dólares constantes de 2000

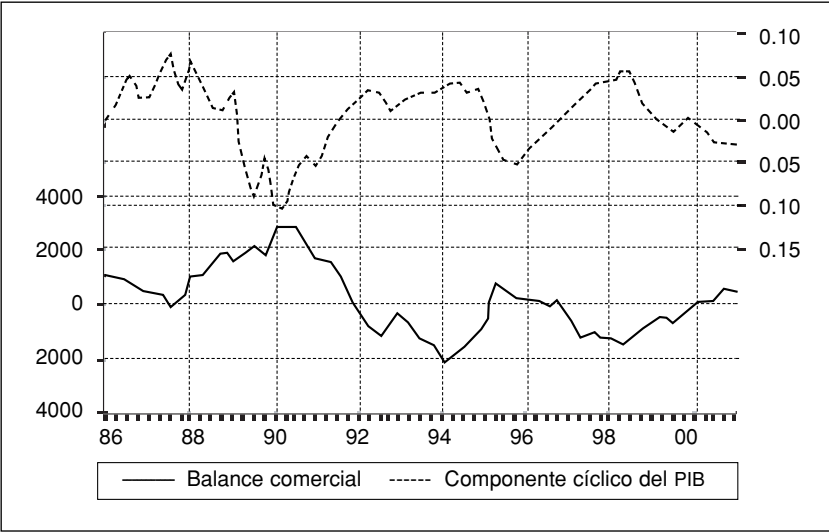
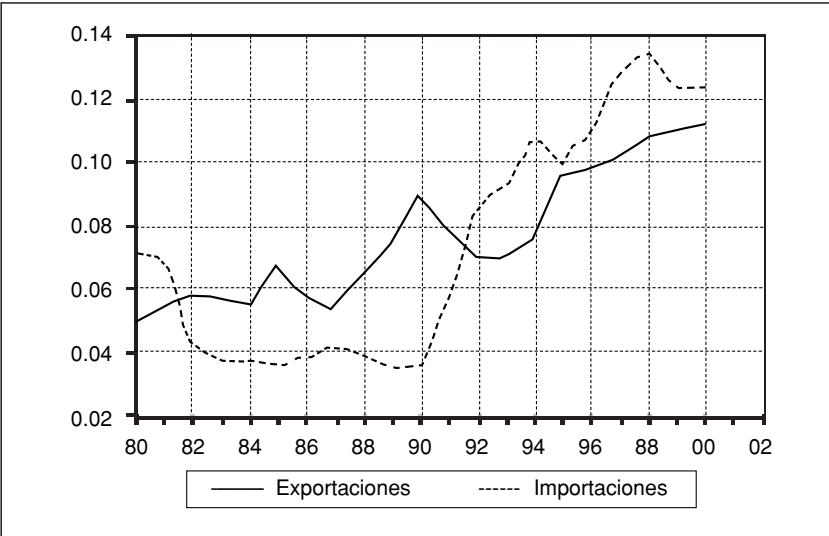


Gráfico 4
Exportaciones e importaciones a precios constantes de 1993
(como proporción del PIB)



en el Gráfico 3, donde el período seleccionado se extiende desde 1986 hasta 2000.

En el Gráfico 4 se observa la evolución del balance comercial, indicando por separado las exportaciones e importaciones. Es de destacar nuevamente el cambio producido entre 1990-1994, donde el flujo de exportaciones se contrajo al mismo tiempo que las importaciones aumentaban sustancialmente.

A esto se debe sumar que el tipo de cambio real en la Argentina sufrió una fuerte apreciación real, sobre todo a partir de 1994. Como ya hemos dicho, la Argentina optó por un tipo de cambio fijo con una paridad de un peso argentino por un dólar estadounidense. La economía argentina, al tener atada su moneda a la moneda de los Estados Unidos se vio muy expuesta al contexto internacional. Veamos ahora por qué la Argentina de la década de 1990 era muy vulnerable a los acontecimientos internacionales.

1.2.2 Contexto internacional y apreciación cambiaria

En diciembre de 1994 se produce la llamada “crisis del Tequila”, en la que colapsa la moneda mexicana. No es incumbencia de este trabajo explicar dicha crisis, pero sí los efectos que produjo en nuestra economía.

Al estar la moneda argentina atada al dólar, cuando la Reserva Federal subió sus tipos de interés, el peso argentino sufrió una apreciación real. Luego la economía sufrió una contracción de su rendimiento por la influencia en nuestro país de la crisis mexicana, que se tradujo en un crecimiento negativo. A partir de dicha crisis, escasearon los flujos de inversión hacia América Latina y los fondos comenzaron a ser retirados. En aquel momento la Argentina tuvo una fuerte fuga de capitales.

Con respecto al tipo de cambio real, ya dijimos que se vio afectado a partir de la decisión de la Reserva Federal de subir los tipos en 1994. Lo mismo ocurrió al año siguiente con el llamado “Acuerdo del Plaza Inverso”, donde los Estados Unidos acordaron con Japón y Alemania apreciar su moneda. Una vez más el tipo de cambio real argentino se vio apreciado con respecto a las demás monedas, con lo cual se restó competitividad a los productos de este país –por lo menos en el corto plazo– y se abarataron los costos de los bienes extranjeros. Observando nuevamente el Gráfico 4 vemos cómo a partir de 1995 las importaciones comenzaron otro período de crecimiento, favorecidas por estas condiciones cambiarias y por la expansión del producto. Si a esto se le suma el agresivo proceso de desregulación comercial que había implementado la administración Menem, vemos cómo el sector productivo de la Argentina se encontró en es-

cenarios sumamente desfavorables. La combinación de ambos factores le restó competitividad a la economía argentina.

Vale aclarar que, si bien la apreciación real que tuvo la moneda del país a partir de 1994 se extendió hasta la caída del régimen de convertibilidad, las importaciones decrecen desde principios de 1998, pero las importaciones no solamente están en función del tipo de cambio real sino que también muestran una correlación positiva con el nivel del producto, y ya vimos que éste también comenzó a decrecer desde el segundo trimestre de 1998.⁵

1.2.3 Comportamiento del empleo, distribución del ingreso, pobreza e indigencia

Se ha visto anteriormente la apertura comercial realizada durante el período en estudio como así también el atraso cambiario. Ahora bien, ambos factores combinados, tuvieron relevancia a la hora de explicar el ajuste contractivo del empleo en la década de 1990.

En el Cuadro 1 podemos observar esta afirmación: se verifica una reducción de la tasa de ocupación de tiempo completo en las manufacturas. Por su parte, el sector de servicios financieros tuvo un período de expansión, con una diferencia entre el segundo semestre del 2000 y el primero de 1990 de 1,36, a contraposición de lo ocurrido con las manufacturas que la diferencia fue de -2,99. Tanto la construcción como el comercio presentan también cifras negativas, pero mucho menores, ya que experimentaron un comportamiento mucho más estable.

Si observamos la caída total observada, ésta fue menor que para las manufacturas. Esto se debió a que la declinación de las ocupaciones de tiempo completo en el sector de bienes comerciables fue compensada de manera parcial por el ya mencionado crecimiento observado en los sectores que producen bienes y servicios no comerciables –más precisamente, el sector financiero.

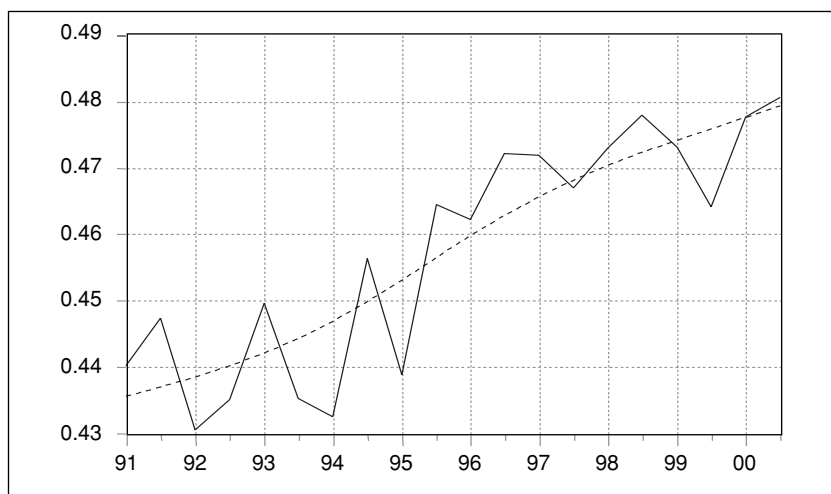
Podemos observar cómo el empleo en el sector manufacturero sufrió una contracción, producto de una política comercial desfavorable para el desarrollo de la industria nacional y de un atraso cambiario desde que se iniciara el Plan de Convertibilidad y se acentuara fuertemente en la segunda mitad de la década.

⁵ La función de importaciones que se utiliza para este trabajo es: $Q=Q_0 + qY - qer.Er$ con $qer > 0$ donde las importaciones tienen una parte determinada exógenamente, otra parte está en función del ingreso y finalmente una última parte está determinada por el tipo de cambio real.

Cuadro 1. Tasa de ocupación de tiempo completo por sector productivo (en % de la población total del GBA; semestres seleccionados)

	1990:1	1992:2	1996:2	1998:1	2000:2	Diferencia 2000:2 -1990:1
<i>Manufacturas</i>	8,4	8,76	6,33	6,69	5,55	-2,99
<i>Construcción</i>	1,91	2,30	1,81	2,17	1,89	-0,02
<i>Comercio</i>	6,60	7,17	6,22	6,15	6,55	-0,05
<i>Transp.y com.</i>	2,75	2,43	2,93	3,00	3,05	0,30
<i>Serv. Financieros</i>	2,38	2,59	3,33	3,66	3,74	1,36
<i>Otros servicios</i>	7,95	7,70	6,56	7,62	7,49	-0,46
<i>Total</i>	30,13	30,95	27,18	29,29	28,27	-1,86

**Gráfico 5
Índice de Gini para los hogares según ingresos per cápita por hogar**



Pasemos ahora a analizar la distribución del ingreso. El Gráfico 5 muestra el índice Gini,⁶ en el cual se distinguen sin mayores dificultades dos fases de este indicador. La desigualdad en la distribución del ingreso

⁶ Es preciso tener en cuenta que el índice Gini fluctúa entre 1 (máxima desigualdad) y 0 (igualdad total).

según hogares fluctuó en torno a una cierta estabilidad hasta 1994. A partir de ese momento se manifestó una tendencia claramente ascendente, por lo que se concluye que desde 1994 ha aumentado la desigualdad en la distribución del ingreso.

Dejemos ahora de lado a la distribución del ingreso para observar lo ocurrido en cuanto a la pobreza y la indigencia. Lo primero es precisar qué se entiende, en este trabajo, por los amplios conceptos de “indigencia” y de “pobreza”. Para el primero, se compara el ingreso del hogar con el costo de una canasta alimentaria definida como el umbral mínimo de requerimientos calóricos y de proteínas. Para el concepto de “pobreza”, esa canasta se amplía con la incorporación de un conjunto complementario de bienes no alimentarios, como vestimenta, transporte, educación y salud.

Como se puede observar en el Gráfico 6, la incidencia de la pobreza experimentada por los individuos presenta una evolución semejante a la observada en los hogares. Ambos índices presentan una disminución a comienzos de la década de 1990 hasta registrar su punto mínimo en el primer semestre del 1994. Luego comienza una fase de crecimiento, hasta el segundo semestre de 1996. Entre este año y 1998 la tendencia es a la disminución, para retomar la senda del crecimiento en el primer semestre de 1998.

La evolución de la indigencia también presenta fases de aumento y declinación, como se observa en el Gráfico 7. Pero lo más ilustrativo –a diferencia del comportamiento de la pobreza– es que los niveles de indigencia crecen entre los extremos del período.

Gráfico 6
Índices de pobreza

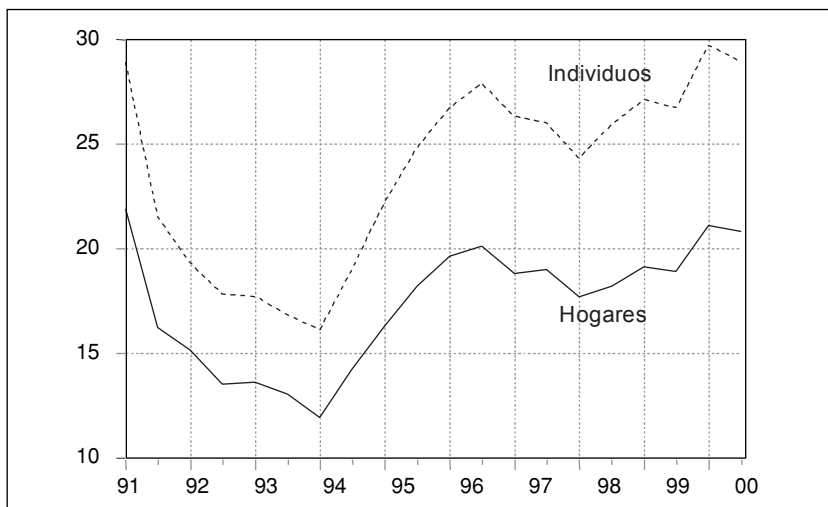
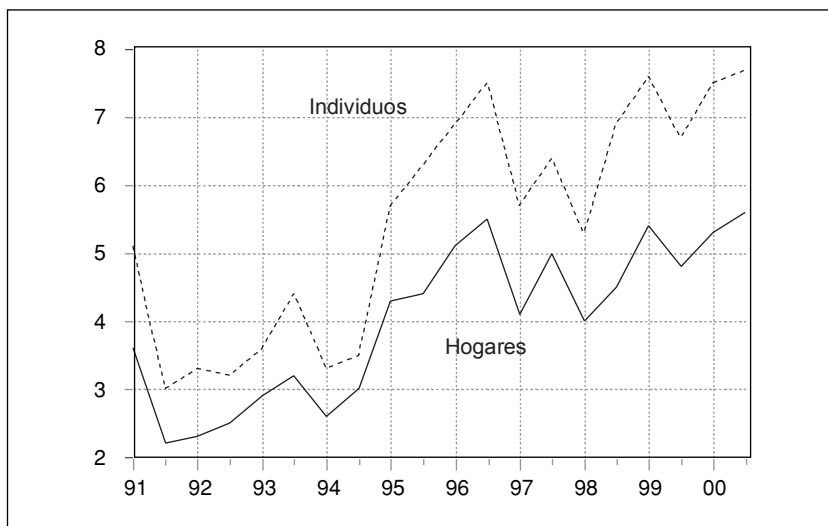


Gráfico 7
Índices de indigencia



2. Más allá de los números

2.1 Algunas contradicciones

Lo primero que podemos observar es que las medidas adoptadas a principios de la década por la administración Menem respondieron y se basaron fuertemente en el *mainstream* del momento, es decir, en las medidas propugnadas por el Consenso de Washington. Hubo una fuerte desregulación, se realizó una gran apertura comercial y financiera, se achicó el tamaño del Estado, se privatizaron empresas, se permitió el libre ingreso de IED, etcétera.

La Argentina recibió un fuerte apoyo por parte del BM y, sobre todo, del FMI. Éste presentaba a la Argentina ante la comunidad internacional –junto con México– como fieles ejemplos de las medidas que debían seguirse para prosperar. Pero hubo una profunda contradicción en el apoyo recibido: bajo la idea de achicamiento del Estado, de su no intervención en los mercados, de una amplia liberalización y desregulación para que el mercado fuera quien mejor asignara los recursos, el FMI apoyó el Plan de Convertibilidad. Bajo éste, el mercado cambiario estaba fuertemente regulado por el Estado, ya que se encontraba intervenido, no permitiendo el libre juego de la oferta y la demanda. Aún así, el FMI lo apoyó. Una segunda contradicción, es que, si bien el Consenso de Washington propugnaba

que las economías tuvieran tipos de cambios competitivos, este no fue el caso argentino. Podríamos decir que la tan exigida ortodoxia fue dejada de lado por el organismo multilateral.

Dijimos que lo que buscaba el Consenso era que las economías de América Latina y el Caribe crecieran y redujeran la pobreza. También vimos que, en la Argentina, este objetivo no se cumplió, si consideramos la década entera. En cuanto al Plan de Convertibilidad, podemos decir que cumplió con sus objetivos que eran reducir la incertidumbre, frenar la inflación y, finalmente, comenzar un período de expansión continua del PBI.

2.2 Crecimiento y desarrollo económico

“La actual ola mundializadora, por su carácter ultraliberal, ha hecho caer en el olvido la idea misma del desarrollo [...] sustituyéndola por la del simple crecimiento. En este sentido es sintomático, incluso, el cambio de nomenclaturas; no se habla más de países en vías de desarrollo sino de mercados emergentes”.⁷

En la pasada década –más que nunca– la importancia del crecimiento económico fue ganando espacio en los discursos de los administradores en desmedro del concepto de desarrollo. Pero podemos aprender de lo ocurrido y, reafirmar que los problemas económicos y sociales no se resolverán por el simple hecho de que el PBI de nuestro país se expanda. Es necesario aprender y reconocer que la situación es mucho más compleja.

La expansión del valor agregado de nuestra economía no es el mejor indicador ni del bienestar general de la sociedad ni de la calidad de vida de sus ciudadanos. Ya en 1990, el BM expresaba que el PBN *per cápita* no mide o representa el grado de bienestar o de éxito del desarrollo económico. Debemos tener en claro que el PBI ignora los aspectos sociales de la vida humana.

El concepto de desarrollo es mucho más abarcativo: cuando pensamos en él debemos tener presente qué acontece en materia de alimentación, empleo, pobreza, vivienda, salud, vestimenta, educación, nutrición, etcétera. También implica el cuidado del medio ambiente –tan deteriorado en nuestro tiempo– y que a partir de él se discute sobre “desarrollo sostenido” o “sustentable”. Sin lugar a dudas, el desarrollo se encuentra en estrecha vinculación con la producción y la creación de riqueza, pero también con la distribución de la misma.

⁷ Véase Flores Olea (1999).

El crecimiento es necesario, pero no alcanza para el desarrollo. Para lograrlo, uno de los pilares básicos que debe cambiar, entre otros tantos, es la visión de corto plazo. Éste es uno de los puntos más difíciles, ya que está fuertemente presente en toda la historia de nuestro país, desde el modelo agroexportador de fines del siglo XIX y principios del XX, pasando por el período de industrialización por sustitución de importaciones (ISI). La denominada “década perdida” y la de 1990 no fueron una excepción. El Plan de Convertibilidad tenía objetivos de muy corto plazo –por eso fue plan y no programa, que implica un mediano y largo plazo– que, si bien necesarios, no preveían mejorar la situación social general más allá de esos puntos.

Efectivamente se puede lograr la expansión económica en el corto plazo –el crecimiento del PBI de un año a otro, o aun de un trimestre a otro– por el contrario, el desarrollo es una apuesta a futuro. Las condiciones de vida no mejoran de la noche a la mañana, los resultados de la mejora en educación se observan en las próximas generaciones, mientras que los resultados de la investigación científica, y las tecnologías aplicadas a la producción, son visibles sólo luego de transcurrido cierto tiempo.

Tener una visión de largo plazo y aplicar políticas basadas en esa visión implica afrontar costos no solamente económicos, sino también políticos, que no se quisieron afrontar entonces. Ya en 1994 muchos economistas indicaban que ese plan de corto plazo se había agotado; el mismo titular del Ministerio de Economía de aquel momento indicó que se debería pensar en cómo salir de la Convertibilidad pero, ya que no se quería afrontar el costo político que era necesario, fue callado inmediatamente y el tema fue olvidado por el oficialismo.

Una de las mayores consecuencias negativas que se experimentó en la década fue que el sistema financiero se apartó por completo de la economía real y se basó casi exclusivamente en la especulación financiera. Este rasgo también debe ser tenido presente, para aprender de él y enfocar esfuerzos para que el sistema financiero responda y retome sus funciones en la producción de bienes y servicios.

3. Aprender para no cometer los mismos errores

3.1 Algunas lecciones a tener en cuenta

Si analizamos la esencia de las recetas del Consenso de Washington y de las “reformas estructurales” que se llevaron a cabo en nuestro país, veremos que en realidad se buscaba –como siempre se pretende en econo-

mía— que la Nación lograra ser más competitiva internacionalmente, lo que beneficiaría a la sociedad en su conjunto. ¿Cómo se lograría el propósito? Pues bien, la idea es la teoría del “derrame”, es decir, los teóricos neoliberales entendían a las sociedades como si fueran una copa en la cual, las clases propietarias ocupaban su interior, mientras que en el exterior y la base se encontraban las otras clases. Se señalaba que “el objetivo de las políticas económicas debía estar orientado a llenar en un principio el interior de esa copa y, una vez que su contenido fuese completado, se produciría un derrame que beneficiaría al resto de la sociedad, que podría en ese momento aumentar sus niveles de ingresos y sus estándares de vida”.⁸ Ya vimos que esto, no solamente que no se cumplió, sino que fue todo lo contrario.

¿Cuáles eran las medidas que luego, mientras no se lograba el objetivo, se tomarían?: las ortodoxas más puras, en relación con el gasto público.

Tenemos que saber que la ortodoxia no es buena *per se*. Por ejemplo, la Argentina en la pasada década llevó adelante una profunda desregulación del sistema financiero y abrió de par en par las posibilidades de entrada de capitales, exponiéndose a las fluctuaciones internacionales y haciendo muy vulnerable al sector externo, como ya vimos. Pero Chile —a menudo aparece como el modelo a seguir; el ejemplo de que si se hacen las cosas de forma correcta, orientadas al mercado y profundizando la liberalización se obtiene un pasar mejor— no fue tan liberal como se nos presenta. Por citar sólo un ejemplo, durante la década de 1990 Chile mantuvo regulaciones y frenos a la entrada de capitales logrando que en la primera mitad de la década, su tipo de cambio real —pese al flujo de capitales que entró a América Latina— no se viera apreciado. Una vez más, los ortodoxos rinden homenaje a la heterodoxia.

3.2 Competitividad

Ahora bien, cabe preguntarse, ¿se puede llegar a tener una economía internacionalmente competitiva mediante políticas que solamente se enfocan a ordenar la macroeconomía?

El Consenso de Washington proponía tipos de cambio competitivos, pero éstos —si bien son muy importantes— no se pueden mantener, tan fácilmente, en el largo plazo. La competitividad no se puede lograr simplemente ordenando las variables macroeconómicas más importantes.

⁸ Véase Flores Olea (1999).

No debemos caer en simplificaciones como la de que, si se reduce el déficit fiscal, mejoran las expectativas de los capitalistas y, sucesivamente, cae la prima de riesgo soberano, baja la tasa de interés, aumenta la demanda de factores —tanto la de capital como la de trabajo—, crece el PBI, crece el empleo y se genera el círculo virtuoso del crecimiento, que se retroalimenta y que todo lo soluciona.

En cualquier curso introductorio de economía se enseña el concepto de PBI, herramienta fundamental de análisis económico ya que, con ella, se miden, se analizan y se juzgan las economías y sus diferentes aspectos. Muy escuetamente, se lo define como “el valor de los bienes y servicios finales producidos por un país en un determinado período de tiempo”. Lo que se persigue observando este indicador es medir y analizar el valor agregado en una economía, durante un período escogido.

El valor agregado incorporado a los bienes y servicios finales de una economía está fuertemente ligado a cuáles son sus ventajas competitivas. Hoy, más que nunca, ellas se encuentran en el conocimiento. Los países que basan sus economías en el conocimiento son los más prósperos y lo seguirán siendo si continúan en esa senda.

Las economías que incorporan bajo valor agregado a sus productos, no ofrecen —ni ofrecerán— situaciones de vida dignas a la mayoría de los integrantes de sus sociedades. Es fácil encontrar muchos ejemplos de lo dicho en la mayoría de los países latinoamericanos. Por ejemplo, Honduras, Guatemala y Nicaragua realizan grandes exportaciones de indumentaria a los Estados Unidos, pero como éstas llevan escaso valor agregado, la calidad de vida de los que trabajan en esos productos es paupérrima.

Otro ejemplo son las maquiladoras del norte de México. Se las suele presentar como un elemento sumamente positivo para la economía del país ya que exportan bienes industriales a los Estados Unidos. Pero, cuando se analiza este cordón industrial es fácil verificar que los bienes exportados incorporan muy poco valor agregado en México —son simplemente ensambladoras—⁹ que ese valor no se basa en conocimiento sino en mano de obra barata —ya que es poco calificada— y que las maquiladoras se llevaron adelante, entre otras razones, para poner un freno a la inmigración mexicana a los Estados Unidos. La calidad de vida de los empleados de esas empresas apenas si les alcanza para alimentarse, no tienen agua potable, no tienen acceso a transporte, se encuentran en climas muchas veces hostiles y “...se han convertido en una tierra de nadie de la legislación laboral: son un ejemplo patético de trabajo con muy escasa protección jurídica”.⁸

⁹ Véase Ferraro (1995).

Por eso hay que tener en claro que se debe generar una economía basada en el conocimiento y que sus productos y servicios finales incorporen los mayores niveles de valor agregado que se puedan generar en nuestro país. Claro está, esto luego debe distribuirse de forma equitativa para que la mayoría de la sociedad se vea beneficiada y no solamente un sector en particular.

Basar nuestra economía en la exportación de *commodities*, es decir, bienes no diferenciados, homogéneos con escasísimo valor agregado, es cometer un gravísimo error. La mayor parte de las exportaciones argentinas hoy se basan en *commodities*. Esta situación, paulatinamente, debe ir cambiándose si deseamos ser una sociedad más próspera o feliz.

Si realmente deseamos tener una mejor situación para la mayoría de la sociedad en la que vivimos, no caben dudas acerca de que nuestra economía debe ser internacionalmente competitiva. La política macroeconómica que se lleve adelante es crucial. La apertura comercial, la desregulación financiera, la política fiscal y la monetaria juegan roles muy importantes para lograr y mantener la competitividad. Pero ésta no se puede, ni debe, basar simplemente en ellas. Debemos lograr ventajas competitivas genuinas que se mantengan –y aún mejoren– con el correr del tiempo. Para ello, es fundamental el rol del conocimiento, basado en la educación, la ciencia y la tecnología.

Con la continua transformación y evolución de la economía mundial, ¿podemos prosperar basándonos solamente en nuestros recursos naturales? ¿Puede apoyarse nuestro desarrollo en la misma ventaja competitiva de hace más de un siglo? El avance científico y tecnológico nos muestra que sería una decisión equivocada.

Un ejemplo es el de la utilización creciente de la biotecnología en actividades agrícolas, en el tratamiento de productos vegetales, cárnicos, frutícolas y lácteos para lograrlos más sanos –con mayores contenidos de sustancias útiles para la salud– como así también para que perduren más tiempo en buen estado, desde su cosecha hasta la mesa del consumidor. También se los manipula genéticamente para que posean mejor color, sabor y textura. ¿Podremos ser competitivos si no invertimos en la selección, uso e incorporación de estas tecnologías? Llegará un momento en el que algunas especies podrán ser cultivadas en tierras que hoy son áridas o en climas sumamente hostiles: será el tiempo en el que nuestros recursos naturales perderán aún más importancia competitiva.

El alto valor agregado debe ser un objetivo crucial de nuestra economía. Para ello, se debe cambiar profundamente la visión heredada de décadas anteriores donde, como expresa Ferraro,⁹ la ciencia y tecnología

—y los científicos— han sido marginales. Para que nuestra economía produzca bienes y servicios de alto valor agregado, la ciencia y la tecnología juegan roles cruciales.

Tampoco debemos fundamentar nuestra competitividad en mano de obra barata, pobremente calificada, ya que, como vimos en algunos ejemplos, este rasgo no genera niveles de vida dignos, aunque transitoriamente pueda crear empleos.

Conocemos el avance de las tecnologías en los procesos productivos y, sobre todo, el de las tecnologías de la información (TI), tanto en las actividades productivas como en nuestra vida cotidiana. Un obrero paralizado frente a una máquina con control digital también tendrá dificultades para cobrar su paga en un cajero automático.

Es bien sabido el papel que juega la innovación tecnológica en las industrias manufactureras. Pero también observamos las innovaciones técnicas y la influencia de las TIs en las operaciones financieras y en los bancos. En estas actividades se debe distinguir entre productos innovadores, como las computadoras, sus microprocesadores y las redes de satélites que las comunican, con las innovaciones en productos financieros, como lo fueron los préstamos en eurodólares en los sesenta, los “bonos basura” en los setenta, o el negocio de los “derivados” desde mediados de los ochenta.¹⁰

El cambio permanente se produce si se aplican conocimientos científicos y tecnológicos en la producción de bienes, pero también se deben tener presentes otras formas de innovación que juegan luego un importante papel, por ejemplo, para aumentar la flexibilidad de instituciones que deben adaptarse a nuevas realidades con normas operativas y jurídicas a la altura de los nuevos entornos.

3.3 Educación

En la situación actual, en la que la dinámica de la economía se basa en el conocimiento, se infiere rápidamente la importancia sustantiva de la educación. Ésta debe ser garantizada por el Estado para que haya igualdad de oportunidades para todos los ciudadanos. Hoy, lo esencial de la educación es que desarrolle las capacidades de aprendizaje en el individuo, ya que éste debe estar capacitado para actualizarse a lo largo de toda su vida.

Hace un par de décadas atrás, con un título secundario un ciudadano podía asegurarse cierto futuro. Con el correr del tiempo el mercado la-

¹⁰ Véase Strange (1999).

boral fue siendo cada vez más exigente, y se hizo necesario acceder a un título terciario, de grado. Hoy en día, en la economía del conocimiento, han proliferado los estudios de posgrado, como las maestrías, las carreras de especialización, los doctorados y, más aún, los estudios posdoctorales. Pero se debe reconocer que hoy, en nuestro país, este proceso es crecientemente excluyente, ya que no todos pueden tener acceso a una educación de calidad. "Nadie puede garantizar el pleno empleo, pero el Estado, las empresas y la educación deben hacer lo necesario para que todas las personas sean empleables."¹¹

3.4 La ciencia y la tecnología en el corto y largo plazo

La Argentina debe lograr una conjunción entre la ciencia y la tecnología como apuesta al largo plazo y como un fuerte compromiso con las legítimas y penosas necesidades de corto plazo de la mayoría de nuestro pueblo. Hay aportes científicos y tecnológicos en programas que producen comidas altamente nutritivas a muy bajos costos, que se destinan a gran cantidad de gente sin recursos. Estos programas se llevan adelante tanto con aportes financieros de entidades públicas, así como de sectores empresarios y de ciudadanos individuales. Seguramente las ciencias y las tecnologías pueden hacer aportes sustanciales a las necesidades básicas de la mayoría de la población.

Sin embargo, no podemos obviar las respuestas a varios interrogantes que surgen cuando se proponen apuestas a largo plazo, como lo son la educación, la ciencia y la tecnología. Por ejemplo:

- ¿Será posible romper con la visión cortoplacista que caracterizó, a lo largo de la historia, a nuestras élites dirigentes?
- ¿Lograrán generar un compromiso franco no sólo con ellas mismas, sino con el resto de la sociedad? ¿Podrán pensar y actuar para la sociedad en su conjunto?
- ¿Se logrará que los científicos y la actividad que realizan sean reconocidas por la sociedad y ya no sean tratados como marginales?
- ¿Lograremos reivindicar y prestar fuerte ayuda a capitales nacionales para que se canalicen en nuevas empresas productivas?
- El escaso empresariado local que ha sobrevivido ¿le dará la debida importancia a la inversión en investigación y desarrollo, para ser auténticamente innovadores? En este aspecto encontramos un pun-

¹¹ Véase Ferraro (1999).

to de esperanza de cambio. Esta esperanza se fundamenta en dos razones, íntimamente relacionadas:

- una cuestión generacional y
- una tendencia exógena.

Es decir, el conservadorismo empresario –por calificarlo de alguna forma, que quizá no sea la correcta– envejece y da paso a jóvenes que –y en relación con el segundo punto– en su mayoría, cuenta con buenos niveles de educación y han sido más expuestos a las características de los negocios internacionales en los que la innovación –y sus fundamentos científicos y tecnológicos– son tan importantes como evidentes. Éste es un punto importante, junto con otros, más coyunturales, como el tipo de cambio real alto que hace que muchas PyMES no puedan simplemente importar tecnología, y deban buscar sustitutos locales y esforzarse en sustituir importaciones en mercados abiertos. Cada uno de estos puntos debería ser tratado de explotar al máximo para comenzar a darle un vuelco definitivo a la visión empresaria local.

Pero, volviendo al sector público y a nuestros gobernantes, rápidamente se generan mayores dudas. Hemos expuesto que un cambio de semejante magnitud no se logra en el corto plazo, ya que los resultados de las inversiones en educación y de fuertes y serios compromisos con las ciencias y las tecnologías comenzarán a evidenciarse recién dentro de, como mínimo, ocho a diez años. ¿Una administración estará dispuesta a invertir dinero, tiempo, recursos humanos e imaginación en algo que sólo reeditaré a sus sucesores? Una vez más, recaemos en la importancia de las intenciones y decisiones políticas.

3.5 Política científica y tecnológica

Es claro que durante la década pasada la política científica y tecnológica fue dejada de lado, e ignorada por la administración de turno. Quizá la anécdota más evidente y penosa fue la de un ministro de economía que se dio el lujo de invitar, frente a los medios masivos de comunicación, a los investigadores a que fueran “a lavar los platos”. Si bien, en uno de los diez puntos básicos del Consenso de Washington se mencionaba a la educación, ¿cuándo hemos leído o escuchado a algún funcionario del BM o del FMI hablar de la importancia crítica de la educación? En la administración Menem, la educación, la ciencia y la tecnología fueron olvidadas –pese a sus presentaciones de “reformas”– y hoy pagamos las graves consecuencias de ese olvido.

A las cúpulas empresarias¹² no les interesaba demandar actividades innovadoras ni políticas de ciencia y tecnología, y el Estado tampoco se preocupó por desarrollarlas. En el período 1990-1999, el gasto en ciencia y tecnología era escasísimo, del orden del "...0.36% del gasto público consolidado [...], y en ninguno de esos años superó el 0.43%".¹³ Esto fue así ya que, como bien expresa Nochteff, "las situaciones monopólicas y los beneficios extraordinarios de la cúpula empresaria estuvieron basados incomparablemente más en la propiedad de recursos naturales escasos, la concesión de privilegios, la mano de obra barata y la valorización financiera del excedente que en la innovación". Esto implicó una baja o nula demanda de innovación tecnológica y de políticas de ciencia y tecnología, por lo cual, el gobierno no le brindó importancia al asunto.

Como dice Bell, deben discutirse tanto el marco institucional como el marco teórico intelectual del sector científico y tecnológico.¹⁴ Se deben replantear sus funciones, formas, estructuras, etc., a partir de las nuevas coyunturas internacionales y domésticas. Se deben buscar mecanismos actualizados, nuevos, que respondan a las necesidades del sector productivo privado, a las necesidades de los investigadores, a las de la sociedad y a las del Estado.

Como expresa Albornoz, es necesaria una nueva racionalidad que tenga en cuenta nuevos fines teniendo muy presente el contexto. "No se trata de una racionalidad puramente instrumental, ajustada a una lógica de eficacia, sino una racionalidad social y, en su gran medida, política".¹⁵

Para debatir cuestiones de ciencia y tecnología hay muchos y necesarios temas pero, arbitrariamente, priorizo algunos:

- se debe fomentar una fuerte vinculación entre los investigadores y los empresarios;
- los esfuerzos en ciencia y tecnología deben ser canalizados hacia la producción de bienes y servicios útiles para nuestras necesidades sociales y de competitividad;
- el Estado debe, además de formar mano de obra calificada, fomentar su demanda por parte de las empresas;

¹² Nochteff (2003) define como cúpula empresaria "al conjunto de grandes firmas y conglomerados que, por su dimensión económica y por su poder de *lobbying*, pueden definir (y han definido) el sendero que recorre el resto del empresariado e influir (y han influido) de manera decisiva en las políticas gubernamentales".

¹³ Véase Nochteff (2003).

¹⁴ Véase Bell (1995).

¹⁵ Véase Albornoz (1999).

- que los esfuerzos invertidos en investigación científica y en desarrollos tecnológicos generen *spillovers* hacia la sociedad;
- se deben tener permanentemente presente las necesidades y las demandas tecnológicas por parte de las empresas y, a partir de ellas, generar sus ofertas;
- se deben incorporar investigadores jóvenes a nuestras instituciones científicas y tecnológicas, ya que hoy, el promedio de edad de los investigadores del CONICET, del INTI o del INTA es de más de 50 años, y de 52 en los del CNEA. ¿Qué pasará dentro de algunos años si no incorporamos jóvenes a nuestras instituciones?
- y tener siempre presente que los esfuerzos en política científica y tecnológica deben ir en pos de generar mayor competitividad para que el país crezca y este crecimiento alcance a todos y genere un proceso de inclusión, opuesto a la exclusión que venimos sosteniendo.

4. Reflexiones finales

Si bien nuestro análisis del desempeño de la Argentina durante la década pasada es incompleto, y siendo consciente de que deja de lado algunas variables importantes, se pueden formular varias afirmaciones, extraer conclusiones valiosas y enseñanzas para tratar de contribuir a que no cometamos los mismos errores de antaño y comencemos un período de cambio para que la sociedad argentina experimente una situación mejor.

- Una de las medidas del marco intelectual del Consenso de Washington era la de los tipos de cambio competitivos. Este aspecto es central si queremos mejorar nuestra situación, ya que vimos cómo nuestros productos y servicios fueron fuertemente perjudicados por el atraso cambiario que caracterizó a la década de 1990. Es verdad que son necesarias paridades cambiarias avanzadas pero, como ya dijimos, nuestra competitividad no puede simplemente basarse en ellas. Debemos trabajar para generar ventajas competitivas genuinas, que se mantengan en el largo plazo.
- Éstas se crean y sostienen con fuertes inversiones —en el aspecto más amplio del concepto— en educación, ciencias y tecnologías. Pero no debemos caer en frivolidades. Por ejemplo, invertir en educación no es comprar computadoras, ni inaugurar escuelas. El escaso dinero que hoy se destina a educación, investigación y desarrollo puede y debe mejorar los resultados que hoy se obtienen. No se trata, de aumentar partidas en el presupuesto nacional sino de relacionar cada uno de esos aumentos con

programas serios y sólidos de mejora de su gestión y aplicación, para obtener mejores resultados. En la economía del conocimiento, el Estado debe asegurar el acceso a toda la población, para que no sea otra faceta del proceso de exclusión.

- Debemos estructurar un sistema bancario y financiero que se acerque a la economía real, a la producción de bienes y servicios, y que minimice la especulación financiera. El empleo que se genere tiene que ser básicamente en la producción de bienes y servicios, y no únicamente en el sector financiero, como ocurrió en el período estudiado.

- Aún así, no se trata sólo de generar empleo, sino también de las condiciones de vida que se puedan obtener de él. Por eso la competitividad de nuestra economía debe basarse en el conocimiento y no en bienes de escaso o nulo valor agregado, o en mano de obra barata. Estos factores económicos no permiten que la sociedad acceda a niveles de vida dignos. Tenemos que comenzar a agregar valor a través de mayores contenidos de conocimiento.

- En los tiempos que vivimos, tanto la educación como la tecnología han cambiado su posición y su función en la sociedad. La formación para la utilización de las tecnologías más difundidas hoy es un requisito indispensable para el mercado laboral. Hasta hace algunos años, usar una computadora era un “lujo”. En la actualidad, es factor para conseguir un empleo o no acceder a él. “Por todo esto, la educación y el acceso a la tecnología hoy pasan a constituir un problema estratégico de desarrollo social y ya no son lujos innecesarios”.¹⁶

- Se debe llevar adelante una política científica y tecnológica federal, comprometida con las necesidades de la sociedad, atendiendo las de corto plazo pero con claros objetivos de largo plazo. Ha quedado claro que la lógica que promovía las distintas políticas de las pasadas administraciones era que “ante el escenario de mayor competencia en el mercado doméstico, las firmas se ven forzadas a mejorar la productividad y calidad de sus procesos y productos, lo cual supone en muchos casos la necesidad de adoptar innovaciones tecnológicas”.¹⁷ Esto estuvo lejos de ocurrir, ya que, ante la abrupta apertura comercial, la industria local no tuvo tiempo de reaccionar para adaptarse al nuevo contexto competitivo. Las medidas

¹⁶ Véase Ferraro (1999).

¹⁷ Véase Chudnosky y López (1996).

adoptadas en pos de una mayor competitividad y para que las empresas fuesen más eficientes, no se produjo y, por el contrario, sólo se provocó el cierre de innumerables empresas que no supieron, o pudieron, adaptarse.

- Por eso, hay que tener presente que el aumento de la competitividad nacional es un proceso en el cual el factor principal es el aprendizaje, a todo nivel, tanto del individuo como el de las empresas y del Estado. Por supuesto, la macroeconomía debe acompañar y facilitar que nuestras empresas "aprendan". Por ejemplo, hoy ya nadie piensa en medidas proteccionistas desmesuradas, lo cual no implica una apertura unilateral abrupta como la que sufrimos. Nuestras empresas deben adaptarse a la competencia internacional y aprender a incorporar tecnología e invertir en investigación. Se debe acompañar este proceso con una apertura comercial gradual que permita un proceso ordenado de aprendizaje colectivo. En este proceso, el Estado también debe aprender, actualizándose y adquiriendo la mayor flexibilidad posible para saber cómo adaptarse permanentemente a los cambios, ya que éste es el rasgo que caracteriza al mundo en el que vivimos. La nueva economía basada en el conocimiento requiere de un aprendizaje continuo. Constantemente se debe aprender e incorporar conocimiento. Hay que darle tiempo al capital local –además de apoyarlo y no perjudicarlo como se hizo– para que se adapte a la competencia internacional y logre ser eficiente. Pero no debemos dejar que se relaje, sino se corre el riesgo de que lo que hoy se presenta como una innovación o diferencia se transforme en un estándar del mercado y, rápidamente, volverse obsoleta.

- Además, los esfuerzos en ciencia y tecnología deben canalizarse hacia la producción de bienes y servicios útiles para nuestras necesidades sociales y para el aumento de nuestra competitividad sistémica. El Estado debe, además de formar la oferta de mano de obra calificada, fomentar la demanda por parte de las empresas.

- En toda esta discusión, debemos tener presente al medio ambiente. En la política del desarrollo de largo plazo no debe descuidarse la preservación ambiental. Éste es un punto que, aún cuando se lo analice desde el quintil más rico, el alcance de los problemas ambientales es una cuestión de la que nadie está a salvo. La preservación del medio ambiente es inviable sin incorporación y generación de tecnologías adecuadas. Si queremos producir bienes industriales tenemos que tener bien presente este hecho. Lo que ha ocurrido, permitiendo la instalación de innumerables industrias tóxicas y contaminantes, sin ningún tipo de control ni de medidas

complementarias que reduzcan los efectos negativos, fue que en “ [...] la competencia de la amenaza visible de la muerte por hambre con la amenaza invisible de la muerte por intoxicación vence la evidencia de la lucha contra la miseria material”.¹⁸ Si no se tienen en cuenta estos factores en las futuras instalaciones fabriles –sobre todo en nuestro país y en los demás de América Latina donde el hambre es la realidad que deben soportar la mayoría de los ciudadanos– se generará un círculo sumamente perverso. Como esto ya ha ocurrido y conocemos sus efectos, no debemos permitir que suceda nuevamente.

- La macroeconomía *per se* no es suficiente para mejorar nuestra realidad. No decimos que no sea de suma importancia, pero entendemos que si no se la acompaña por un conjunto de otras políticas –como, por ejemplo, las de educación, ciencia y tecnología– carecerá de resultados positivos para todos. Las políticas macroeconómicas deben generar el contexto propicio para llevar adelante una comprometida política científica y tecnológica federal. Las medidas aisladas son estériles. Ambas, deben formar parte integral de un plan nacional y complementarse. Si nos preocupamos únicamente por la macroeconomía, podremos llegar a ser una economía contablemente organizada, pero lejos estaremos de ser un país feliz.

- Al comienzo del trabajo analizamos el fuerte crecimiento que tuvo la economía argentina conjuntamente a su divorcio del desarrollo. La imposición en el imaginario social de la importancia del mero crecimiento económico ha conseguido que la mayoría de la población acepte pasivamente y con naturalidad la creciente desigualdad y exclusión que experimentamos. Debemos alejarnos de la visión hegemónica de los noventa del “*there is no alternative*”. La hay, pero queda en nosotros tener las ganas y la decisión política de querer encontrarla y hacerla realidad. Si queremos progresar y ser un país desarrollado, debemos –valga la redundancia– “desarrollarnos” y no sólo crecer. Sin acciones deliberadas que apuesten al largo plazo, estaremos lejos de dejar de ser una economía “del Tercer Mundo”, “subdesarrollada”, “periférica”, “emergente” o como la moda del momento decida llamarnos.

- Finalmente, es pertinente y necesario que quede claro que para que todo esto cobre sentido –y no volvamos a experimentar lo vivido en nuestra historia más reciente– la generación de riqueza basada en estos pilares que proponemos debe ser distribuida de forma equitativa para que la so-

¹⁸ Véase Beck (1997).

ciudad entera –y no sólo un sector– se vea beneficiada. Ya vimos –y vivimos– las dolorosas consecuencias de las políticas implementadas en la década de 1990 en cuanto al empleo, la distribución del ingreso, la pobreza y, aún peor, la indigencia. No podemos tomar como un dato o un hecho natural que más de la mitad de la población sea pobre. No podemos aceptar ni una muerte más por desnutrición. “Hay una cultura resignada, que admite vivir con hambre –y morir por eso– [...]. Es un hecho descalificador de cualquier discurso de progreso, que no se corrige ni agrava con estadísticas. Sólo admite ser eliminado y hasta entonces, quienes comemos, no deberíamos descansar”.¹⁹

Bibliografía y referencias

- Albornoz, M. y otros (1999), “*América Latina: Nueva Agenda para la Cooperación Internacional en Ciencia y Tecnología*”, documento preparado para LATINTEC II.
- Beck, U. (1997), *La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad*, Paidós.
- Bell, M. (1995), “Enfoques sobre política de ciencia y tecnología en los años noventa: viejos modelos y nuevas experiencias”, *Redes*, N° 5, Buenos Aires, Universidad Nacional de Quilmes, 1995.
- Bernstein, A., Shari, M. y Malkin, E. (2000), “Up the ladder. Global trade: Can all nations benefit?”, *Business Week*, agosto.
- Chudnosvsky, D. y López, A. (1996), “Política tecnológica en la Argentina: ¿hay algo más que *laissez faire*?”, *Redes*, N° 6, Buenos Aires, Universidad Nacional de Quilmes, 1996.
- Damill, M., Frenkel, R. y Maurizio, R. (2002), *Argentina: una década de Convertibilidad. Análisis del crecimiento, el empleo y la distribución del ingreso*, CEDES.
- Engardio, P. y Belton, C. (2000), Special Report: “Global capitalism, Can it be made to work better?”, *Business Week*, agosto.
- Ferraro, R. (1999), *La marcha de los locos. Entre las nuevas tareas, los nuevos empleos y las nuevas empresas*, Fondo de Cultura Económica.
- Ferraro, R. (1995), “La fragilidad de los contratos entre la ciencia y la política, vista desde los alrededores de El Molino”, *Redes*, N° 4, Buenos Aires, Universidad Nacional de Quilmes, 1995.

¹⁹ Martínez (2003).

- Flores Olea, V., Mariña Flores, A. (1999), *Crítica de la Globalidad. Dominación y liberación en nuestro tiempo*, Fondo de Cultura Económica.
- Frenkel, R., González Rozada, M. (2000), *Comportamiento macroeconómico, empleo y distribución de ingresos. Argentina en los años noventa*, CEDES.
- Lettieri, A. (2003), *La civilización en debate. Historia contemporánea: de las revoluciones burguesas al neoliberalismo*, Buenos Aires, EUDEBA.
- Martínez, M. (2003), "¿Podremos tener la mesa bien servida?", *Saber Cómo*, N° 7, agosto, INTI.
- Nochteff, H. (2003), "¿Existe una política de investigación científica y tecnológica en la Argentina? Un enfoque desde la economía política", *Desarrollo Económico*.
- Strange, S. (1999), *Dinero loco. El descontrol del sistema financiero global*, Paidós. □

Crítica de la representación de la naturaleza en la física contemporánea. Relación con las ciencias humanísticas

Maria Teresa Casas de Peralta*

Resumen

La dureza de las hipótesis de las ciencias físicas, así como la imagen de la naturaleza que de ellas se desprende sin duda han provocado una alienación conflictiva entre las ciencias humanísticas y las ciencias fácticas o físico-matemáticas. El crecimiento de las demandas de satisfacción material para sustentar un mundo muy poblado, es decir, requerimientos de eficiencia tecnológica en la conversión energética para producción, distribución y consumo, sumado a las nuevas demandas de conservación de los recursos y ambiente necesarios para esa sustentación, es decir, requerimientos de eficiencia tecnológica en la no-degradación y reconversión energética, manifiesta una dualidad conflictiva.

Las dos exigencias de eficiencia ya no pueden ser independientes, y no solo están complejamente acopladas entre sí, lo están a condicionamientos geográficos, zoológicos, sociales, económicos, políticos y culturales. Una política que maneje inadecuadamente estos problemas fracasa en lo inmediato y si la cultura los ignora, estará condenada no solo a fracasar sino a aumentarlos; el voluntarismo cultural o político alerta, como lo ha hecho en algunas ocasiones, no todas, sobre necesidades no cubiertas o situaciones y consecuencias catastróficas, pero se necesitará algo más que voluntarismo y buenas intenciones, y es conocimiento técnico del problema y, sobre todo, lucidez acerca de sus limitantes y de las consecuencias de su no-solución.

Esta complejidad interdisciplinaria sin precedentes obliga a conjeturar que la solución será global necesariamente y que no habrá soluciones parciales, porque la dimensión de exigencias tan acuciantes plantea un problema global.

La solución no podrá darla ni la comunidad de las ciencias físicas aislada, ni la comunidad de las ciencias humanísticas. Será imprescindible que se entiendan mutuamente los métodos, hipótesis de trabajo, postulados, naturaleza de sus teorías y condiciones de contorno de sus problemas específicos, para abordar en común el problema común.

Es con este propósito que escribo estas líneas, a fin de tender un puente hacia ese entendimiento; seguramente será insuficiente e incompleto, pero creo salvable plantearlo.

Palabras clave: objetividad – invariancia – legalidad – matematización – computabilidad – actividad mental

* Licenciada en Física, Universidad Nacional de Buenos Aires, 1963; Maestría en Ciencias, Universidad de Colorado, Estados Unidos, 1968; Profesora titular, Departamento de Física y Química, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

El nacimiento de la Física contemporánea occidental se ubica en el Renacimiento italiano, con Galileo Galilei; crece y se expande con Newton, Descartes, Maxwell, Einstein, Heisenberg, entre muchos otros nombres arquetípicos de la herencia intelectual y material del universo tecnológico de nuestros días, todo un sustrato cultural científico fundado en tres hipótesis y un método de trabajo, que se discutirán brevemente aquí: a) el principio de objetividad de la Naturaleza, b) un universo legal, c) la legitimización de la representación simbólica cuantitativa o matematización de la materia y d) el lenguaje operativo y algorítmico.

De esto se desprende una imagen de la naturaleza que ha provocado una alienación entre las ciencias humanísticas y las ciencias fácticas o físico-matemáticas. El desarrollo del espíritu científico fáctico ha encontrado siempre muchas dificultades (véanse referencias [1.a] y [1.b]); Bachelard ya se refiere en 1948 a lo apropiado de un cierto psicoanálisis de este desarrollo, y más tarde, en *Le matérialisme rationnel* (1953), advierte que la imaginación está reconocida en el psicoanálisis no sólo como una fuerza terapéutica de la neurosis sino que *puede ayudar a curarnos de nuestras imágenes o ayudarnos a limitar su poder sobre nosotros*, o sea, ser una fuerza de resistencia a la dominación total. En el fondo esto es un problema de índole psicosocial.

La alienación mencionada es conflictiva, y no sin ciertas razones. Es que simultáneamente a la amarga crítica y recelo que despierta la física, en gran medida la organización y funcionamiento de la civilización en la que vivimos se basa en sus resultados: el enorme y sostenido aumento de la población mundial y las posibilidades de sustentarla hasta ahora, se dan, cronológica y casuísticamente, a partir del despliegue del conocimiento científico occidental moderno y su producto, una tecnología física de eficiencia sin precedentes en todas las áreas vitales. Es conflictivo sostener un mundo de ideas que rechazan y se alienan de aquello mismo que se consume, usa e incluso reclama. Las demandas para sustentar un mundo muy poblado crecen, son condiciones de eficiencia tecnológica en la conversión energética, distribución y consumo, y se agregan ahora las nuevas reclamaciones de conservación de los recursos y ambiente necesarios para esa sustentación, es decir, condiciones de eficiencia tecnológica en la no-degradación del ambiente y la reconversión energética.

Las dos eficiencias ya no pueden ser independientes; están complejamente acopladas entre sí, y también a condicionamientos geográficos, zoológicos, sociales, económicos, políticos y culturales. La política que maneje inadecuadamente estos problemas fracasará y la cultura que los ignore o los desprecie está condenada no solo a fracasar sino a aumen-

tarlos; el voluntarismo cultural y político puede tener buenas intenciones, quizá, pero la renovación de pautas culturales y de decisiones políticas que se necesitarán requerirá algo más que eso, y es conocimiento abarcador del problema, de sus condiciones de borde y de las consecuencias futuras si no se resuelve. Su complejidad interdisciplinaria sin precedentes obliga a conjeturar que la solución será necesariamente global y que no habrá soluciones parciales. Esto es en realidad parte del fenómeno emergente llamado “globalización”: la dimensión de exigencias tan numerosas, diversas y acuciantes plantea un problema global.

1.1 Ciencias exactas

Antes de comentar sus hipótesis principales, veamos la denominación de ciencia *exacta* que recibe la física, un tanto mistificadora de los verdaderos alcances del entendimiento del mundo material que produce la práctica de esta ciencia.

En todo curso introductorio de física experimental se imparte la teoría de los errores aleatorios: toda operación de medición está afectada de un error de medición. En ambos casos, clásico o cuántico en cualquiera de sus interpretaciones, los errores de medición son ineludibles y están relacionados al instrumental, que siempre tiene alguna componente macroscópica, o sea clásica.

La física clásica supone una minimización de los errores de medición hasta el orden que se desee, pero el adjetivo *exacta* no se refiere a la exactitud o inexactitud de laboratorio; una ciencia no se reduce a sus mediciones. A pesar de esta denominación, existe una ausencia de exactitud en la representación de la realidad, o más precisamente, existe un muy condicionado interés por una representación de la realidad. La física contemporánea, así como lo hicieron la anterior y la antigua, propone modelos teóricos de porciones del mundo material, y en particular, propone modelos teóricos explicativos con los que es posible entender a veces, y prever y controlar en cierta medida, la evolución de porciones del universo material; su extraordinario éxito está testimoniado por el enorme despliegue tecnológico actual. El punto a enfatizar acá es que la pauta generalizada para la aceptación institucional de un modelo en la física y en la ciencia fáctica es la misma que para el éxito en la tecnología: control, dominio y uso, performatividad y aprovechamiento del mundo material.

La exactitud o verdad práctica se halla en la correspondencia de los modelos con principios comunes, y esta categoría de verdad práctica la hallamos en la física contemporánea. A pesar de esto, si un modelo co-

respondiente con principios comunes no lo es con el deseo y voluntad de control, es abandonado e ingresa al menos transitoriamente en el cuerpo de la Historia de la Ciencia (por ejemplo, la teoría ondulatoria de Huygens). Institucionalmente se aceptan y admiten sólo aquellos modelos teóricos correspondientes con principios comunes que tienen *además* correspondencia con, y satisfacen, el deseo de control o dominación. Una excepción quizá sea parte de la astrofísica y las teorías cosmológicas.

La física ha seguido una trayectoria utilitaria en conformidad con esta ideología inicial, con cierta raíz baconiana, no obstante su racionalidad específica y a pesar de las características psicológicas especulativas y de la búsqueda de la "realización aristotélica", satisfacción de la curiosidad, presente en algunos científicos. Es decir, es utilitario su programa oficial habilitado. Es cierto que no es utilitaria la estructura de las teorías fundamentales; en efecto, no es la petición de performatividad lo que está incorporado en la estructura de la teoría, sino la exigencia de verificabilidad. A pesar de ello la investigación en fundamentos de las teorías físicas no goza de gran popularidad, y mucho menos aquella que rechaza el operacionismo a ultranza como fuente interpretativa y criterio de aceptación. Pocas veces la investigación en fundamentos se realiza en departamentos de física; en general, los físicos que lo hacen, se mudan.

El hecho de que modelos teóricos apartados, o no completamente aceptados, sean rescatados al cabo de un tiempo debido a su ulterior desarrollo y aplicaciones, no hace más que confirmar lo expresado. El mismo ejemplo mencionado, la teoría ondulatoria de la luz del siglo XVII, fue olvidado inicialmente. Es cierto que comenzó a recuperar vigencia en la primera mitad del siglo XIX con las experiencias de Young y Fresnel sobre interferencia y difracción, las cuales revitalizaron la noción de onda para dar una explicación a los resultados observados, pero todavía no fue suficiente para descubrir la estructura del campo ELM y la propagación de las ondas electromagnéticas en el vacío, que constituyó en ese momento el resultado útil y pragmático, y la repercusión no fue tan grande como la que tuvo la teoría después de 1860.

A nuestro entender es sólo después de la teoría electromagnética de Maxwell, con la introducción de la corriente de desplazamiento, circa 1860, incorporando el concepto de campo ondulatorio viajero con consecuencias prácticas tecnológicas exitosas (producción de ondas ELM y su desplazamiento en el vacío, identificación de la velocidad de la luz con la de propagación de ondas ELM, etc.), que el modelo ondulatorio de la luz fue considerado definitivamente.

Como nota no menor, el término de la corriente de desplazamiento en las ecuaciones, agregado por Maxwell, fue medido en forma directa 60

años después en laboratorio, en 1929, por M. R. Cauweberghe, cuando las técnicas de vacío lo permitieron (véase ref. [7]). De manera que la teoría permaneció más de medio siglo sin verificación experimental. Durante todo ese tiempo, dicho término en las ecuaciones no se comprobó experimentalmente, pero se aceptó el sistema de ecuaciones (y la teoría ondulatoria del electromagnetismo y de la luz) dados sus rendimientos tecnológicos.

De manera que el criterio preponderante y final a la hora de aceptación unánime de las teorías es el éxito en la performance, no la exactitud de sus descripciones y representaciones. El desarrollo se orienta según una idea inicial, corporizada en un objetivo más o menos manifiesto a veces, oculto otras: conocer y, por sobre todo, dominar la materia. Esta es una fuerte corriente de la ciencia contemporánea y, al menos, un propósito rector en su programa actual: *performance*, dominio de materia y energía.

Esto es algo distinto de representación, y muy distinto de representación exacta: la vocación de control y uso es diferente a la de representación y entendimiento, y aparentemente la mediatiza. Sin embargo, aun para construir una infraestructura científica en aquel sentido exitosa, representación y entendimiento son necesarios para que el control y uso se alcancen, no a la inversa. Al menos, en el grado de complejidad que la tecnología afrontará.

2. Comentarios sobre a), b), c), y d) de § 1.¹

2.1 Principio de objetividad

2.1.1 Contradicción con la biología

La observación, la experimentación, la razón y la lógica estaban ya presentes en la ciencia griega y en la medieval (estas consideraciones se reducen a la ciencia occidental). Pero la interpretación en términos exclusivamente objetivos y excluyentes de causas últimas o de “proyecto” natural, es el punto de divergencia con la ciencia antigua y el punto de partida de la ciencia occidental contemporánea, que finalmente se instala en Europa durante el Renacimiento. Como hipótesis de trabajo, esta ciencia no acude a suponer teleonomía, o sea —a entender de esta autora—, pro-

¹ a) El principio de objetividad de la Naturaleza, b) un universo legal, c) la legitimización de la representación simbólica cuantitativa o matematización de la materia y d) el lenguaje operativo y algorítmico.

yecto en la naturaleza, sino la invariancia de su norma. Este postulado de objetividad es toda una concepción, una imagen general de la naturaleza que requiere una toma consciente de distancia, y es el único que se plantea la ciencia física occidental como puro e inmovible hasta hoy. Por supuesto es indemostrable, como todo principio. También es sumamente incómodo y austero, como se comprueba cuando se advierte la diversidad de escuelas filosóficas que expresan la aspiración de no contingencia, de ser algo previsto, planeado, proyectado, deseado, perteneciente y necesario.

Aparentemente existe una contradicción epistemológica entre este postulado y el carácter proyectivo de la biología, dado que la observación permite reconocer estructuras y funciones en la biosfera que construyen y persiguen un proyecto. En la física no se ha hallado tal contradicción, pero sí en la biología.

Ya Monod señala (véase ref. [12]) que toda concepción o imagen de la naturaleza implica una solución a esta contradicción: *de comprobarse irrefutablemente que la propiedad teleonómica es anterior a la propiedad de invariancia en la biosfera, el principio de objetividad tendría que ser abandonado como tal*, quedando quizá con el rol residual de una hipótesis de trabajo en otras áreas científicas limitadas, y perdiendo la categoría de principio natural que la ciencia física le adjudicó durante siglos. La propiedad teleonómica fundamental a la que se refiere Monod es el proyecto de conservar invariante la norma de la especie. Monod insiste en que ambas propiedades, la teleonomía y la invariancia de la norma, están hasta químicamente diferenciadas, y el problema es descubrir o distinguir cuál de ambas es prioritaria.

2.1.2 Invariancia y covariancia en la física

Hasta hace poco se esperaba, a lo sumo, que el dilema tendría que ser resuelto en el campo de la biología molecular y/o de la neurobiología. No es imposible, pero es difícil que la física pueda resolver esta contradicción, puesto que la “búsqueda de los invariantes y simetrías” ha sido y es todavía su estrategia principal. ¿Que tiene que ver esto último con la objetividad? Lo siguiente: a toda ley física general, a todo desarrollo físico-matemático, se le requiere en primera instancia cumplir con relaciones de covariancia o simetría en algún tipo de sistemas referenciales físicos; esa es la norma, ley de leyes o metalenguaje en ciencias naturales físicas. Además, las cantidades físicas y constantes fundamentales deben cumplir relaciones de invariancia; los postulados físicos son de conserva-

ción de invariantes: de la carga eléctrica, de la energía, del momento lineal, del momento angular, de la entropía, y de cosas más raras aun en el mundo atómico, como la paridad, la simetría, etc., que son propiedades (interpretadas) de funciones matemáticas, soluciones de ciertas ecuaciones diferenciales que describen totalmente al sistema y sus interacciones *sin incluir al observador*, y que sintetizan nuestro conocimiento del sistema. Se especifica el cambio (o las probabilidades de cambio) en términos de lo que no cambia: a) las ecuaciones dinámicas clásicas surgen de plantear la conservación invariante de la energía, momento lineal y momento angular; b) la evolución o la dinámica de los sistemas cuánticos o las probabilidades de sus evoluciones posibles (escuela indeterminista) o sus probabilidades objetivas, primarias e irreducibles (escuela determinista) también se estudian a partir de principios de conservación. Siempre se le exige a los algoritmos ser compatibles con los principios de covariancia, invariancia y simetría. Inversamente, para expresar invariancia, covariancia y simetría se precisan algoritmos. El cerrojo es doble.

El postulado de objetividad de la naturaleza se introduce en la teoría cuando ésta exige la covariancia como principal y primera condición estructural, como metalenguaje o ley de leyes. La covariancia expresa *la objetividad y universalidad de la ley y la replicación de su forma* no puede expresar ni descubrir proyecto anterior. La exigencia de covariancia es la continuidad formal del principio epistemológico. Sostenerla es sostener, implícitamente, el principio de objetividad.

Con este abordaje de exigir covariancia e invariantes desde el vamos, la ciencia física es objetivista por construcción, y está limitada a estudiar sistemas objetivos.

2.1.3 ¿Necesidad lógica de la invariancia?

Invariancias, conservaciones, simetrías, ¿son sustitutos ficticios de la realidad, “operables” y por lo tanto accesibles a una lógica basada en un principio de identidad? La pregunta tiene sentido en el ámbito de la física clásica, porque en él el principio de identidad no es un postulado físico, y entonces puede surgir la duda en cuanto a la autenticidad del método y de la estrategia, que es representar la realidad por operadores y ecuaciones covariantes. En física clásica un operador lógico es sólo eso, operador, no se supone que sustituya a la realidad, puesto que su interpretación no es única: una misma teoría formal puede, con distintos postulados interpretativos o contenidos semánticos, dar lugar a distintas teorías físicas. Una ecuación física no es una identidad, es una instrucción de medición y ope-

raciones. Por ejemplo, las ecuaciones dinámicas clásicas para un oscilador son formalmente iguales para un resorte de metal un poco estirado o comprimido que para un péndulo algo apartado de la vertical, o que, en una primera aproximación clásica, para los iones y los núcleos atómicos en la red de un cristal o de un metal. No es necesario preguntarse acerca de la autenticidad de los operadores, pero se adopta el formalismo por su funcionalidad. El formalismo es un reglamento exitoso.

En cambio, en la física cuántica la identidad absoluta de dos átomos en un mismo estado cuántico, representados por idénticas soluciones de dos funciones de onda idénticas, es un postulado fundamental, enunciado en el principio de exclusión de Pauli: no caben dos o más interpretaciones diferentes. El principio de identidad en el ámbito cuántico no es reglamentario, es un principio físico, y el operador expresa la realidad accesible. Esta incómoda situación condujo a algunos a adoptar la filosofía positivista antiteórica y empirista, y a rechazar el principio de exclusión de Pauli y reclamar la necesidad y relevancia de la investigación en fundamentos semánticos en la física cuántica (véase ref. [2]).

2.1.4 Nuevas conjeturas en la investigación física

Interesa destacar que, en todos los casos, la imposición de covariancia formal y la búsqueda de las cantidades invariantes ha sido hasta hace poco el plan estratégico en la investigación teórica en física. Hasta hace poco, pues ya existe en curso una seria búsqueda de física no algorítmica, que excluya de sus recursos ecuaciones y formalismos lógicos y computables (véanse referencias [13] y [14]). Sin formalismos matemáticos algorítmicos es difícil visualizar cómo se exigirá covariancia e invariancia, o lo que es equivalente, objetividad, en las leyes que se logren descubrir y enunciar. La investigación de Penrose (véanse referencias [13] y [14]) podría conducir a una revisión del principio epistemológico de la objetividad de la Naturaleza o por lo menos a su nueva discusión.

2.1.5 Física exclusivamente algorítmica

Atendiendo sólo a aquella parte del universo que la física encara con sus métodos exclusivamente computables, podemos decir que la propiedad de covariancia de las ecuaciones —esto es, replicación de la forma de las ecuaciones bajo ciertas transformaciones de las coordenadas físicas—, y la condición de invariancia de algunas propiedades, —esto es, replicación

de su magnitud bajo ciertas transformaciones de coordenadas físicas—permitieron plantear teorías verificables, resolver problemas y generar tecnologías. Por ejemplo, las transformaciones de Lorentz, relativistas, conservan la forma de las ecuaciones electromagnéticas y el valor de la velocidad de la luz, constancia postulada por Einstein y confirmada experimentalmente después.

No se busca la teleonomía de los sistemas que se estudian o, para clarificar el contenido que acá le damos a la noción de teleonomía, no se busca proyecto propio e intrínseco de los sistemas que se estudian; por el contrario, la ciencia física entrega la forma de imponer una teleonomía artificial, o un proyecto y/o funciones artificiales a sistemas complejos y ser una exitosa fuente de tecnología.

Se llega a un punto de dificultad casi insuperable para resolver la contradicción epistemológica mencionada entre su campo y el de la biología. También éste es el punto de donde parten muchas de las críticas éticas a la ciencia, porque existe la posibilidad técnica de superponer teleonomía controversial (o proyecto, o propósitos, o condicionantes) a algunos sistemas biológicos. Superponer, puesto que es manifiesto que los sistemas biológicos exhiben teleonomía propia, compleja y tenaz.

2.1.6 Desde la biología, ¿qué queda del postulado de objetividad de la Naturaleza?

En primer lugar, ya no se pretende la objetividad de la *ciencia*, o sea, en última instancia, del *conocimiento*, tal como lo planteó el positivismo lógico del siglo XX con su empirismo excluyente, sino que se postula la objetividad de la *naturaleza* accesible, al describirla enunciando algorítmicamente (es decir con procedimientos computables) leyes objetivas (covariantes).

Que el observador se declarara a sí mismo y a su observación libre de subjetividad e interpretación fue algo. Que declare no poder descubrir en las leyes naturales ni un proyecto ni una necesidad de que el universo sea tal como éstas lo describen, es algo bien distinto, y es el contenido actual no positivista del principio. Monod se dio cuenta de la especificidad de este contenido; el postulado actualmente se entiende de la siguiente manera: de una teoría general no se pueden deducir como necesarios a los seres vivos su estructura y su evolución (véase ref. [12]). Y esta situación es más incómoda aún que la anterior.

Una teoría general física y su estructura hipotético-deductiva contienen un cuerpo axiomático que presupone a la lógica formal y a algunas

teorías matemáticas básicas, primera entre ellas la teoría de conjuntos, que es de base intuitiva (véase ref. [2]), propiedades de covariancia (propiedad de las ecuaciones) e invariancia (propiedad de algunas magnitudes físicas) satisfechas por el formalismo lógico-matemático, un cuerpo de postulados semánticos interpretativos, deducción, y finalmente verificabilidad, esto es, posibilidad ideal de comprobación experimental de los efectos, seres, objetos, procesos o hechos deducibles. Si la comprobación es negativa, la teoría se deshecha, aunque tenga la estructura lógico-formal y el contenido semántico requeridos. Pero incluso una teoría verificada por la experiencia es aceptada siempre con carácter transitorio: los científicos aprendieron a ser cautelosos. Una teoría general con esta estructura y algunas condiciones iniciales podría hacer previsiones estadísticas sobre clases de objetos, seres vivos y acontecimientos, pero no puede prever la *necesidad* de la existencia de ninguno de ellos en particular. Cualquier configuración, elemento, objeto, ser o acontecimiento podría a lo sumo ser compatible con la teoría. Pero su observación no nos indica a través de la teoría su necesidad. Una teoría con esta estructura sólo puede explicarlos, incluidos los fenómenos de la biosfera (véase ref. [12]).

2.1.7 *Filosofía científica y otras escuelas filosóficas*

Ese es el dilema entre la actual filosofía científica, basada en este postulado que enuncia nuestra contingencia y la del resto del universo, expresado en la requisitoria de covariancia e invariancia, con aquellas escuelas filosóficas que como punto de partida enuncian la necesidad e inevitabilidad del hombre y del universo como proyecto de una causa primera.

El enunciado de la necesidad y no contingencia del hombre y del universo en su totalidad es tan indemostrable como el principio de objetividad, y contradictorio con él.

Si se aceptan una causa y/o un proyecto primero o anterior, el postulado de objetividad queda como una hipótesis de trabajo útil y quizá inevitable en el desarrollo de cierta clase de conocimiento humano, pero epistemológicamente subalterna, y se maneja con esa limitación operacionalista de significado. Al darle una significación operacionalista al principio de objetividad (es decir, si se le rebaja el estatus desde principio natural a método de trabajo), el postulado de contingencia puede adquirir prioridad.

Inversamente, puede dársele significación sólo psicológico-afectiva al principio de contingencia, en cuyo caso es la objetividad la que puede quedar como primer principio natural, rector en la investigación científica.

La ausencia de solución al dilema mencionado no plantea problemas técnicos a nivel de investigación en física, siempre y cuando ciertos interrogantes no salten a la superficie, interrogantes que durante mucho tiempo la ciencia física apartó de sus competencias. La física muy cuidadosamente se desentendió durante 500 años de toda la fenomenología de la actividad mental: la conciencia en sí, cualquiera fuere su calidad o cualidad y actividad específicas (nociones estéticas, éticas, sensaciones, pasiones, emociones, intuición, pensamiento racional, irracional, consciente, inconsciente), no fueron (ni son todavía) expresables dentro de su lenguaje, menos aún tuvieron cabida o expresión en sus teorías generales.

2.1.8 Problemas éticos prácticos

La ausencia de solución al dilema sí plantea en cambio problemas éticos prácticos. Si se acepta la existencia de un proyecto primero, se fundamenta el código moral, el esquema de valores, las leyes de conducta individual y las del cuerpo social, en una filosofía proyectiva o animista, o en elaboraciones *aggiornadas* pero basadas finalmente en la aceptación de ese “proyecto natural legal”, algún tipo de “teleología”, del cual el hombre es parte significativa; lo civil seguirá teniendo esta última fundamentación, es el mandato del proyecto. En el concepto de propiedad teleonómica fundamental conjeturado por Monod (véase ref. [12]) –si es que la interpretación que acá le damos es la correcta–, la naturaleza adjudica a la conservación de la especie un rol prioritario, y esto es, ni más ni menos, a la conservación de la vida. Una discusión aparentemente académica y casi bizantina se presenta así como una discusión políticamente relevante.

Por el otro lado, ¿por qué obedecería a algún cuadro de valores y de conducta el hombre que acepta a pie juntillas la objetividad de la Naturaleza y la ausencia absoluta de todo proyecto natural como postulado básico y no simplemente como hipótesis de trabajo? No quedarían en este caso obligaciones éticas externas a las autoimpuestas, o dependerían de la coacción social y de su internalización por los individuos (adaptación), pero a la larga no tendrían fundamentación. Ninguna obligación ética surgiría como imperativo o categoría universal ni global, todas serían variables arbitrarias y relajables. En tal marco, sustraerse a una posición moral cínica es un esfuerzo cotidiano agotador.

Este problema ético práctico no está resuelto. Pero las preocupaciones ecológicas y globales lo intensificarán. Para el futuro próximo, el éxito científico-tecnológico-social no consistirá solamente en el control,

dominio y uso, performatividad y aprovechamiento del mundo material, sino en todo eso más la satisfacción de fuertes condiciones de borde: su pacificación, conservación y resguardo. La representación y el entendimiento serán más relevantes que hasta ahora, pues el problema será simultáneamente mucho más complejo, más difícil, y más necesaria la solución viable.

2.2 Universo legal

La ciencia occidental moderna supone la legalidad no interrumpida de los procesos físicos. En otras palabras, el comportamiento de la naturaleza no es caprichoso. Alguna negación de esto figura subrepticamente en la interpretación indeterminista de la física cuántica (Copenhague), y esto es fuertemente criticado desde la escuela determinista, explícitamente sostenedora de la causalidad y legalidad de los fenómenos físicos, tanto clásicos como cuánticos.

2.3 Representación simbólica y matematización

En la física, otra herramienta de trabajo es la representación simbólica cuantitativa, la cuantificación de las magnitudes físicas y la matematización de las teorías. La física progresó más temprano y más rápido que otras ciencias debido a la matematización de su lenguaje, que trata al mundo material mediante métodos computables. Cuando dejó de interesarse en las cualidades del mundo material y volcó su atención en la medición de sus propiedades (el programa de Galileo), en las cantidades que de éstas surgían, y en sus variaciones e interrelaciones dinámicas o procesos, allí y entonces comenzó a conceptualizar en términos del lenguaje matemático: se buscó un aparato analítico para simbolizar y operar con los nuevos contenidos semánticos físicos, que son propiedades, no esencias. No obstante, la prueba dejó de ser dada por la argumentación lógico-matemática y pasó a ser exigida de, y provista por, la argumentación experimental controlada.

Esta conceptualización y tratamiento matematizado de las entidades semánticas, la búsqueda de teorías que abarquen procesos, la exigencia de la prueba experimental y la adopción del principio de objetividad, constituyeron en ese momento un verdadero cambio de metalenguaje. Se agregó a la conciencia de los fenómenos por medio de la percepción (nueva semántica), la conciencia de los fenómenos mediante

la abstracción y el razonamiento lógico-analítico (nuevo formalismo) y la suposición de la legalidad no interrumpida de los procesos físicos (universo legal).

La representación de las propiedades de la materia mediante variables matematizadas, y la búsqueda y representación de sus variaciones, relaciones y procesos mediante algoritmos lógico-analíticos y diferenciales con la inclusión de la variable tiempo, fue un paso audaz trascendente. Nada garantizaba ni garantiza que esta matematización rindiese resultados exitosos. Fue así hasta ahora, en muchos campos, pero ya no nos sorprendemos y llamamos a la física ciencia exacta. Llamarla así conduce a que a veces se la identifique erróneamente con una ciencia formal. No lo es, y esto no es una disputa sobre denominaciones o rótulos. Al identificarla con una ciencia formal se deja de lado el problema semántico de las entidades físicas, al cual hay que aproximarse en primera instancia heurísticamente –sobre todo en la enseñanza–, y que es el verdadero problema físico, no resuelto en forma cerrada casi nunca (véase ref. [2]). Muy en particular, la escolaridad temprana en física se resiente con un tratamiento inicial formal, axiomático, abortivo de la intuición. Esta no es una consecuencia menor, y está abordada en las referencias [3] a [6].

Es indiscutible que la física, al inventar el método operativo y partir de la objetividad, fue una ciencia mundanamente exitosa e inauguró una filosofía única y distinta. Pero dejó al sistema nervioso central cuidadosamente fuera de su campo de estudio.

2.3.1 Nueva búsqueda de física no algorítmica

La física había apartado de sus competencias toda la fenomenología de la actividad de la mente. Hasta hace poco, el tratamiento de los fenómenos de la conciencia fue considerarlos o como no físicos (posición mística, a veces refugio emocional, otras, intelectual), o como computables pero sólo temporariamente inabordables por métodos algorítmicos debido a su inmensa complejidad y a las insuficientes posibilidades técnicas existentes (posición de la inteligencia artificial, IA). En realidad, durante años se consideró no profesionalmente serio para un físico aventurarse a declarar sus preocupaciones en ese ámbito.

Pero en Oxford, desde hace algunos años, Roger Penrose (Rouse Ball Professor of Mathematics, 1988 Wolf Prize de Física, 1975 medalla Eddington de la Real Sociedad Astronómica de Londres, 1971 premio Dannie Heineman de la Sociedad Norteamericana de Física y el Instituto Norteamericano de Física, 1967 premio Adams de la Universidad de Cam-

bridge) está intensamente preocupado en los fenómenos de la conciencia y propone búsquedas e interpretaciones nuevas sobre ese campo hasta ahora inescrutable desde la física. Anterior a Penrose, y uno de sus referentes, es el filósofo de Cambridge, J. Lucas (1961).

Las principales hipótesis de Penrose son: a) la naturaleza física de los fenómenos de la conciencia y b) la no computabilidad de la actividad mental, como corolario del metateorema de Kurt Gödel. Este teorema fue presentado por primera vez en Viena en 1930, publicado al año siguiente como “Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme”, en la revista *Monatshefte für Mathematik und Physik* (vol. 38, pp. 173-198), en Leipzig, 1931, y mucho más tarde redescubierto en una reunión de la Edinburgh Philosophy of Science Group en 1959, que inmediatamente comisionó su primera versión en idioma inglés: *On Formally Undecidable Propositions of Principia Mathematica and Related Systems*. Esta traducción, con prefacio de B. Meltzer, lleva una introducción explicatoria de R. B. Braithwaite (Knightbridge Professor of Moral Philosophy, Cambridge). La primera edición de Dover, inalterada, es de 1992 (véanse referencias [13], [14] y [10]).

Es así como un importante referente en la comunidad científica, el profesor Penrose, se centra en la búsqueda de una física no algorítmica, y busca respuestas o sugerencias en la filosofía platónica original y su tratamiento de categorías y arquetipos, por primera vez en por lo menos 550 años. Es una aventura larga y difícil, controvertida y atacada por muchos flancos desde la matemática lógica y desde el optimismo de las Ciencias de la Computación.

2.4 Lenguaje operativo y algorítmico

El científico, como tal, trata con regularidades cuantificadas, no con acontecimientos únicos y diversos unos de otros. Extrae conocimiento a partir de fenómenos que se repiten, no de fenómenos únicos. Su lenguaje simbólico ha sido y es todavía exclusivamente el de la lógica formal, las variables mudas, el cálculo de entidades con identidad y el del análisis matemático, y su lenguaje profesional es el operativo y algorítmico, herramienta de trabajo mencionada en el § 1.

Este lenguaje operativo, que rápidamente se convirtió en un medio para imponer teleonomía artificial a algunos sistemas, con técnicas de base científica o tecnologías, pero que no resuelve, ni siquiera aborda, los problemas semánticos y a veces los posterga y hasta obstaculiza, ha per-

mitido el desarrollo prodigioso de bienes y riquezas de la actual civilización científico-tecnológica. No puede negarse que las ciencias físicas han producido muchos resultados concretos y socialmente aceptados, algunos a partir de la elaboración de sus cuerpos teóricos y de este particular lenguaje y aparato analítico excluyente de todo significado subjetivo, metafísico, sustantivo o cualitativo.

Sin embargo, el lenguaje operativo, que no deja lugar a lo inefable, puede ser también una traba para el desarrollo del pensamiento categórico, si se lo impone en etapas tempranas del crecimiento de la persona, cuando el desarrollo epigenético del cerebro no está completado, o sea hasta el término de la pubertad. El problema se discute en las referencias [3] a [6].

Es el simbolismo operativo –y no la ciencia física, que es una ciencia natural– mal entendido, usado prematuramente en el ciclo educativo y abusado en otras áreas no científicas ni tecnológicas, el que coadyuva a un vaciamiento semántico del lenguaje, que entre otras cosas se torna irreflexivo, y al consiguiente empobrecimiento del pensamiento. Marcusse ya escribió sobre este fenómeno hace años (véase ref. [11]), y menciona allí los comentarios de Bridgman sobre la lógica de la física moderna.

3. Comparaciones con las ciencias humanas

¿Cómo intervienen, si intervienen, estas hipótesis de trabajo de las ciencias físicas, en las ciencias humanas?, ¿o qué las sustituye?

3.1 Principio de objetividad

En primer lugar, el principio de objetividad de la naturaleza es por supuesto centro de atención y discusión entre físicos, deterministas e indeterministas, y filósofos y sus diversas escuelas. Pero en las ciencias humanas y/o sociales el principio de objetividad no es materia de mucha reflexión, al menos, pública. No se ve nada que se parezca mucho a una exigencia de covariancia e invariancia en las ciencias sociales; por el contrario, la multiplicidad y particularidad de las expresiones culturales históricas se consideran generalmente en un entorno hipotético opuesto a la noción de objetividad y de universalidad de las leyes a la replicación de sus formas. Si sus cuerpos teóricos tienen en cuenta algún invariante, queda a la ciencia social explicitarlo.

3.2 Universo legal

Por supuesto que en las ciencias sociales lo mágico y lo caprichoso está apartado de sus consideraciones teóricas, salvo el estudio de sistemas de creencias, tomados como hechos, datos objetivos. Sin embargo, habría que explicitar si en las ciencias sociales la legalidad que rige el desarrollo de las sociedades tiene la característica de “universal”, es decir si es una legalidad objetiva, o si está más bien ligada a propiedades culturales o regionales particulares, es decir si reviste carácter de legitimidad subjetiva.

3.3 Representación simbólica cuantitativa y lenguaje algorítmico

Existen grandes diferencias con sus formalismos, herramientas y lenguaje simbólico. El grado de matematización del aparato analítico es mucho menor, la cuantificación está poco desarrollada, el simbolismo está menos matematizado (por ejemplo, no hay uso de geometrías) y se usan menos algoritmos computables a nivel de teoría, es decir, al hacer postulados interpretativos y representarlos en el formalismo. Sintetizando, su aparato analítico es muy diferente, y está basado más en palabras y menos en variables matemáticas. Esto puede quizá tener consecuencias prácticas de frenado, o de menor aceleración en su desarrollo, pero ventajosas porque le confiere un escudo espontáneo contra el vaciamiento semántico e interpretativo de su lenguaje y de sus teorías, un peligro que acecha permanentemente a la física teórica moderna, en particular a la cuántica.

4. Los métodos de las ciencias fácticas y de las ciencias de la computación

4.1 Precisiones

Es conveniente apuntar algunas precisiones. Desde ciertos sectores del campo de las humanidades (y también desde sectores en las ciencias fácticas y ciencias de la computación!) se sostiene o se pretende que las computadoras ya sustituyen o sustituirán al pensamiento y rigor científicos (véanse referencias [8] y [9]).

Esta es la posición dura de la Inteligencia Artificial (IA), que supone a toda la actividad mental como sustituible (sino en el presente, en un futuro cercano...) por algoritmos computables y robots programados. En la

versión soft de la IA, la actividad mental sería “simulable” computacionalmente. Para la IA, el problema remanente es de programación y tamaño de memorias.

4.1.1 Teorema de Gödel

Para los sostenedores de estas posiciones, el teorema de Kurt Gödel, demostrado en “On Formally Undecidable Propositions of Principia Mathematica and Related Systems” (véase ref. [10]), es una enorme y sólida incomodidad. De él se desprende el corolario de que existen proposiciones no decidibles lógicamente y no computables, en las que la comprensión o entendimiento humano no es sustituible por algoritmos, incluso en el campo de las estructuras matemáticas. Otro de sus corolarios expone que las estructuras matemáticas básicas no son constructos de la razón ni de la imaginación humana, sino que tienen existencia propia anterior, para cuyo acceso el entendimiento no puede recurrir a razonamientos lógicos desde dentro de sistemas formales cerrados.

El teorema, que es en realidad un metateorema, demuestra que no toda la naturaleza es computable. El principio de objetividad puede encontrarse con ámbitos en los que no es válido. Acá vemos cuánto ha reeditado a la ciencia física, hasta ahora algorítmica y haciendo uso de métodos computables siempre, haberse autoexcluido del área de estudio de la actividad mental. Una prudencia que las ciencias de la computación no exhiben.

4.1.3 Computadoras

La ciencia de la computación es una ciencia formal. Partiendo de las referencias citadas, puede decirse que las computadoras no pueden realizar un *by-pass* liso y llano de los fundamentos y requisitos del rigor científico en ciencias naturales y particularmente de la física, tanto en el trabajo teórico como en el de laboratorio, y no pueden sustituir al sistema nervioso central en todas sus competencias lingüísticas, volitivas, de descubrimiento y de entendimiento.

La existencia de las computadoras surge como consecuencia del conocimiento científico (parcial) del comportamiento de la materia y de su manejo tecnológico; no sustituyen al rigor científico (o a la comprensión humana) más que el ábaco o la polea. Las computadoras, sus periféricos posibles como distintos soportes de memoria, visores, impresoras, adqui-

sidores de datos, módems, faxes, graficadores, todo tipo de interfaces, sensores, actuadores y robots programados, etc., es decir todo aquello que se conoce como *hardware* (productos del rigor científico-tecnológico y no sus sustitutos), y los programas o *software*, con su enorme capacidad y velocidad de cálculo y su bajo consumo energético, liberan y ahorran tiempo y energía humana para pensar y decidir en otras cosas más divertidas en lugar de realizar el extenuante trabajo de cálculo, organización y movimientos. Son bienvenidas, apreciadas, usadas. Son cosas —máquinas— y algoritmos.

Los modelos computacionales no son provistos por la ciencia natural, sino por ciencias formales. La investigación operativa también aplica parte del método científico a prácticas gerenciales y a otros campos; pero desde la investigación operativa no hay agregado de hipótesis interpretativas sustanciales y su contenido semántico es nulo, y sin éstos no hay más que teorías formales o lógicas, no teorías científicas fácticas.

Reducir la ciencia física natural a su método analítico y a una de sus herramientas de cálculo es simplificar la cosa hasta hacerla desaparecer. Es apartar su actual fundamento epistemológico y el formalismo que demanda, la filosofía involucrada, sus cuerpos de hipótesis, sus postulados interpretativos y semánticos (acá conviene recordar que las reglas lógicas nunca producen nueva semántica, por el contrario, prescinden o parten de ella), su argumentación deductiva (lo único que puede estar incorporado en un programa), sus exigencias de verificabilidad (que es diferente de performatividad que sí se peticiona a la tecnología) y su apertura axiológica permanente, guste o no, a ampliaciones o revisiones completas de la teoría y hasta de los principios fundamentales. El rigor científico exige todo eso, y semejantes revisiones no son actividades mentales meramente computables.

4.2 Comentarios finales

A pesar del formalismo menos algorítmico u operativo, las ciencias sociales no se limitan a la búsqueda de cobertura explicativa teórica de los fenómenos inmensamente complejos que estudian. Integran entre sus especialidades a las ciencias políticas, gerenciales y económicas, y a la ingeniería y antropología social y ambiental. Y estas últimas usan teorías, concepciones, métodos y aplicaciones a la realidad social, objetivadas para y/o por el poder político, sea éste real o virtual, y en las que el carácter y la búsqueda de lo performativo son inmediatos, aunque no estén tan ligadas a una matematización ni partan claramente de un principio de objetividad.

Estas ramas de las ciencias humanísticas y sociales tienen muy obviamente incorporada la petición de performatividad para sus resultados. Buscan, tan activamente como la tecnología física (véase ref. [9]), la superposición de una teleonomía externa artificial a los fenómenos que estudian, quizá hasta ahora con mayores dificultades: por eso no podemos todavía hablar de una acabada tecnología social o ingeniería antropológico-social, que en cuanto a eficiencia performativa está en la etapa de una pretecnología.

Pero el lograr una tecnología específica altamente performativa figura sin duda con toda lucidez en el programa de las ciencias sociales y antropológicas, y en este objetivo se asemeja al programa de las tecnologías que parten de las ciencias físicas. Difiere de las mismas, como se mencionó, en el lenguaje y en el aparato analítico específico, y quizá en la suposición de legalidad universal, no estando además claramente adoptado, rechazado o criticado como postulado científico el principio de objetividad de la naturaleza.

La novedad es que tanto las ciencias humanas, antropológicas y sociales, como la ciencia física más actual, ya han comenzado a buscar la forma de evaluar cuáles teleonomías artificiales son compatibles con las naturales de la biosfera y con su conservación y no degradación, preocupación común de la cual deben surgir sin duda normas éticas y prácticas globales más inteligentes, urgentemente necesarias. La naturaleza está comenzando a surgir como sujeto, y no sólo como objeto, de nuestras conjeturas.

Bibliografía

- [1.a] Bachelard, G., *La formación del espíritu científico*, Siglo XXI, (Primera edición: 1948).
- [1.b] Bachelard, G., *Le matérialisme rationnel*, París, Presses Universitaires, 1953.
- [2] Bunge, M., *Controversias en Física*, Editorial Tecnos, 1983.
- [3] Casas de Peralta M. T., "Un problema ético de la educación en la sociedad democrática de mercado. Diagnóstico a partir de la enseñanza de Física en carreras de Ingeniería", *Actas, IV Jornadas de Epistemología e Historia de la Ciencia*, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, septiembre de 1993.
- [4] Casas de Peralta, M. T., "Diagnóstico de problemas lingüísticos y cognitivos a partir de la enseñanza de Física en carreras de Ingeniería", *Revista de Enseñanza de la Física*, 1996, vol. 9, #1, pp. 7-13, y *XI Congreso Regional y III Congreso Mundial de Mass Media y Salud Mental*, World Psychiatric Association, Bariloche, marzo de 1995. Enviado al Museo de Ciencias Naturales Florentino Ameghino, provincia de Santa Fe, para consulta pública en su biblioteca, diciembre de 1994.

- [5] Casas de Peralta, M. T., "La axiomática en la educación temprana y el desarrollo del cerebro", *Encuentro Latinoamericano "La ciencia como modelo teórico y como realidad institucional"*, Universidad Nacional de Rosario, junio de 1994; *XI Congreso Regional y III Congreso Mundial de Mass Media y Salud Mental*, World Psychiatric Association, Bariloche, Argentina, marzo de 1995. Enviado al Museo de Ciencias Naturales Florentino Ameghino, provincia de Santa Fe, Argentina, a su solicitud, para consulta en biblioteca, diciembre de 1994.
- [6] Casas de Peralta M. T., "La enseñanza actual de la Física en las carreras de Ingeniería. El problema ético de la educación en la sociedad democrática de mercado. Diagnóstico", *Revista de Ciencia y Tecnología*, Secretaría de Ciencia y Técnica, serie Divulgación, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Nº 1, diciembre de 1994.
- [7] Cauwerghe, M. R., *Journal de Physique*, Nº 8, p. 303, 1929. (Primera Medición en Laboratorio de la Corriente de Desplazamiento, comentarios de la autora.)
- [8] Cernea, M. M., "Using Knowledge from Social Sciences in Development Projects", World Bank Discussion Papers, # 114.
- [9] Funtowics, S. y Ravetz, J., "Riesgo global, incertidumbre e ignorancia" en *Epistemología Política, Ciencia con la Gente*, Buenos Aires, CEAL, 1993.
- [10] Gödel, K., "Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme", *Monatshefte für Mathematik und Physik*, vol. 38, pp. 173-198, Leipzig, 1931. [Primera versión traducida al inglés, comisionada por la Edinburgh Philosophy of Science Group en 1959: *On Formally Undecidable Propositions of Principia Mathematica and Related Systems*, Basic Books, Inc. New York, 1962; primera edición, sin modificaciones: Dover, 1992. Hay traducción castellana: "Sobre sentencias formalmente indecidibles de *Principia Mathematica* y sistemas afines", en Gödel, K., *Obras completas*, Madrid, Alianza, 1981, pp.55-89]
- [11] Marcusse, H., *El Hombre unidimensional*, Biblioteca Breve de Bolsillo, Seix Barral, 1970.
- [12] Monod, J., *Le hasard et la nécessité, (Essai sur la philosophie naturelle de la biologie moderne)*, Editions de Seuil, 1970. [*El azar y la necesidad*, Barcelona, Tusquets Editores, 1985.]
- [13] Penrose, R., *The Emperor's New Mind*, Oxford University Press, 1989.
———, *The Shadows of the Mind*, Oxford University Press, 1994. □

La enorme cantidad de publicaciones que se generan en el campo de los estudios *sobre la ciencia* es deudora, en mayor o menor grado, de otros escritos que no dudáramos en llamar fundamentales, sea porque han inaugurado nuevas líneas de reflexión, sea porque se convierten en referencia obligada de la comunidad de pares. Una lectura –o relectura– directa de esos textos fundamentales que habitualmente no se hace, probablemente por ser citados, comentados e interpretados profusamente, y por ser además de difícil acceso, contribuirá, creemos, a reevaluar nuestra opinión sobre sus autores y a descubrir aspectos olvidados por los estereotipos heredados.

Presentación de “La naturaleza de lo *a priori* y el elemento pragmático en el conocimiento” de Clarence Irving Lewis
*Cecilia Duran** y *Cristina Di Gregori***

Hasta donde sabemos, el texto de Clarence Irving Lewis (1883-1964) *Mind and the World-Order: Outline of a Theory of Knowledge* (New York, Charles Scribner's, 1929, pp. xiv + 446) no ha sido traducido al castellano. La evaluación de la importancia de la teoría del conocimiento que allí se formula, y su fuerte impacto en desarrollos posteriores de la disciplina, nos alientan a presentar en nuestra lengua uno de los capítulos más relevantes de la mencionada obra, “The Nature of the A Priori, and the Pragmatic Element in Knowledge” (capítulo VIII).

Coincidimos con quienes consideran que *Mind and the World-Order* es la obra epistemológica capital de C. I. Lewis. Angel Faerna sostiene

* Universidad Nacional de La Plata.

** Universidad Nacional de La Plata - CONICET.

que esto es así “[...] primero por el eco que tuvo y que situó a su autor en la primera línea de la filosofía de su tiempo, de modo que su nombre quedaría ya para siempre asociado a este título; y segundo porque en ella quedó fijado lo esencial de su posición teórica, que será completada y ampliada, pero no alterada, en sus obras posteriores” (A. Faerna, *Introducción a la teoría pragmatista del conocimiento*, Madrid, Siglo XXI, 1996, p. 228). Nelson Goodman, por otro lado, evalúa la obra de Lewis –sin duda identificando el aporte del libro al que aludimos– señalando que su conocido *Ways of Worldmaking* (Indianápolis, Hackett Publishing Company, 1978; hay traducción castellana de Carlos Thiebaut: *Maneras de hacer mundos*, Madrid, Visor, 1990) “...pertenece a esa corriente fundamental de la filosofía moderna que se inició cuando Kant sustituyó la estructura del mundo por la estructura del espíritu humano y que continuó cuando C. I. Lewis sustituyó esa última por la estructura de los conceptos, por la de los diversos sistemas simbólicos de las ciencias, la filosofía, las artes, la percepción o el discurso cotidiano” (página X de la edición en inglés y 14 de la versión castellana).

Dado que ponemos a disposición del lector solamente un capítulo de *Mind and the World-Order*, a continuación ofreceremos una apretada síntesis de las tesis epistemológicas básicas de su autor, a fin de contextualizar su concepción de lo *a priori* –tema central del capítulo traducido– en el marco de su epistemología pragmatista.

Cabe recordar que Lewis pertenecía a la tradición pragmatista, aunque optó por denominar “pragmatismo conceptualista” a su propia teoría del conocimiento. En sus palabras: “Ya que de todas formas este punto de vista seguramente va a recibir algún tipo de etiqueta, me aventuraré a ponerle una yo mismo y lo llamaré ‘pragmatismo conceptualista’. Sin las concepciones previas de Peirce, James y Dewey –en especial Peirce–, probablemente no habría llegado a desarrollarlo. Si bien, como es lógico, no se debe responsabilizar a estos pragmatistas más ortodoxos del conjunto de mis opiniones ni, en particular, de la doctrina de la verdad *a priori* incluida en ellas” (*Mind and the World-Order*, “Preface”, p. XI).

Lewis se identifica con la concepción epistemológica pragmatista en el sentido de que el conocimiento es una de las formas de la acción, explicitando los elementos de corte pragmático con los que el sujeto contribuye en el ámbito de la manipulación simbólica de la realidad. Dichos elementos serán, a juicio de Lewis, estrictamente analíticos y *a priori*. Esta última caracterización identifica la genuina novedad que Lewis introduce en la tradición a la que pertenece, así como respecto de la tradición kantiana (el capítulo que presentamos es central con relación a ella).

Sin duda, en su propuesta el conocimiento es una forma de acción

que tiene por objetivo lograr la adaptación —y con ello la supervivencia— del individuo. Es, además, una forma de acción mediatizada por símbolos que vincula experiencias actuales con experiencias posibles, permitiendo así el control y la ampliación de la esfera de la acción adaptativa.

Asimismo, al criticar al empirismo y al racionalismo, se compromete con la tesis según la cual en el conocimiento empírico hay un elemento dado y un elemento puesto por el sujeto, aunque esta distinción sólo es lícita en el ámbito del análisis y la reflexión. Argumenta que de no haber un dato no puesto por la mente, el conocimiento sería arbitrario, no habría nada acerca de lo cual podría ser verdadero. Y por otro lado, si no hubiera interpretación o construcción que imponga la mente, el pensamiento sería superfluo y no se explicaría la posibilidad de error, ya que toda experiencia cognitiva quedaría asegurada por el dato.

Para Lewis, los sistemas categoriales *a priori* son necesarios en el sentido en que legislan sobre el sujeto y no sobre la realidad en forma directa. Siendo independiente de la experiencia, lo *a priori* no impone nada a la experiencia, pero tiene carácter legislativo respecto de la actitud cognitiva del sujeto. Es una restricción impuesta al sujeto y surgida de una libre elección. Este es precisamente el elemento pragmático que introduce C. I. Lewis en la esfera del conocimiento.

En su análisis del conocimiento empírico, Lewis sostiene que la primera actitud del sujeto frente al caos de lo dado consiste en imponer un orden, vale decir, en categorizar. Ese orden delimita la esfera de lo significativo. Este orden puede ser interpretado a través de sistemas categoriales alternativos adoptados mediante un acto que, sin dejar de ser una elección libre del sujeto de conocimiento, reconoce su compromiso con el carácter cooperativo e histórico del conocimiento.

Para finalizar, nos parece conveniente resumir lo expuesto recurriendo a las palabras en las cuales el propio Lewis expresa lo que considera como las tesis fundamentales de su obra, a saber:

- (1) La verdad *a priori* es de naturaleza definicional y procede exclusivamente del análisis de conceptos. Que la *realidad* se pueda delimitar *a priori*, se debe, no a formas de la intuición o categorías que confinen el contenido de la experiencia, sino sencillamente al hecho de que cualquier cosa que se denomine 'real' debe ser algo discriminado en la experiencia mediante criterios que se han determinado previamente.
- (2) Mientras que el delineamiento de conceptos es *a priori*, la aplicación de cualquier concepto en particular a una experiencia particular es hipotética; la elección de sistemas conceptuales que vayan a aplicarse es instrumental o

pragmática, y la verdad empírica nunca es más que probable. (3) Que la experiencia en general sea susceptible de interpretación conceptual es algo que no requiere ningún supuesto peculiar y metafísico acerca de la conformidad de la experiencia con la mente o sus categorías; no podría concebiblemente ser de otro modo. Si esta última formulación es una tautología, entonces al menos debe ser verdadera, y la afirmación de una tautología es significativa si se supone que puede ser significativamente negada. El desarrollo de estas tres tesis se hará principalmente en los capítulos III, VIII, y XI. (*Mind and the World-Order*, "Preface", pp. X-XI).

Esperamos que la versión castellana que ofrecemos del texto de Lewis sea un estímulo para que el lector tenga ocasión de reconsiderar el valor teórico de la obra a la que representa, y que estimule el reconocimiento que a nuestro juicio merece como fuente fructífera para el desarrollo de buena parte de la epistemología posterior. □

La naturaleza de lo *a priori* y el elemento pragmático en el conocimiento*

Clarence Irving Lewis

En la experiencia, la mente se confronta con el caos de lo dado. En vista del interés de adaptación y control, la mente busca descubrir dentro de este caos, o imponer sobre el mismo, alguna clase de orden estable mediante el cual ítems distinguibles puedan convertirse en signos de posibilidades futuras. Estos patrones de distinción y relaciones que buscamos establecer son nuestros conceptos. Éstos deben ser determinados con antelación a la experiencia particular en la que se aplican, para que lo dado pueda tener significado. Hasta que los criterios de nuestra interpretación no hayan sido fijados, ninguna experiencia puede ser signo de nada o responder a ninguna pregunta. Así, los conceptos representan lo que la mente lleva a la experiencia. Esa verdad que es *a priori* surge del concepto mismo. Esto sucede de dos formas. En primer lugar, existe esa clase de verdad, ejemplificada más claramente por la matemática pura, que representa la elaboración de conceptos en abstracto, sin referencia a ninguna aplicación particular a la experiencia. Segundo, el concepto, en su aplicación a lo dado, exhibe los principios predeterminados de interpretación, los criterios de nuestras distinciones y relaciones, de clasificación y, por ende, los criterios de realidad de cualquier tipo. Esto se evidencia con mayor claridad en el caso de esos conceptos básicos, que determinan las clases principales de lo real, y que pueden denominarse categorías; pero en forma menos importante se cumple respecto de los conceptos en general.

Estos dos casos en los que la verdad se fija independientemente de la experiencia o con antelación a la misma, representan la explicación o elaboración del concepto mismo. *Lo a priori no es una verdad material, que delimita o delinea el contenido de la experiencia en tanto que tal, sino que es definicional o analítico en su naturaleza.*

Lo *a priori* en tanto que definicional o explicativo, representando principios de orden y criterios de lo real, cumple con todos los requisitos que emergen de la discusión del capítulo precedente.** Dado que es una verdad acerca de nuestra actitud interpretativa, no impone ningún límite a las posibilidades futuras de la experiencia; es *a priori* lo que nosotros podemos sostener frente a toda experiencia, sea lo que sea. Y a pesar de que

* C. I. Lewis (1929), *Mind and the World Order*, New York, Dover Publications, Chapter VIII, pp. 230-273.

** Lewis se refiere aquí al capítulo VII de *Mind and the World-Order*, "The A Priori-Traditional Conceptions". [N. de las T.]

representa la contribución de la mente misma al conocimiento, no requiere que esta mente sea universal, absoluta, o una realidad de un orden superior respecto del objeto de su conocimiento. Lo *a priori* no necesita ser concebido como la legislación inescrutable de una mente trascendente, cuyos objetos, estando limitados por sus formas de intuición, son sólo fenoménicos. Luego, la distinción entre la mente legisladora como realidad última y su objeto, que de esta manera no es último, desaparece, y junto con ella desaparece la dificultad de conocer la mente y de reconocer lo *a priori* como lo que es determinado por nuestra propia actitud. Lo *a priori* es cognoscible sencillamente mediante la formulación reflexiva y crítica de nuestros propios principios de clasificación e interpretación. Dicha legislación puede reconocerse como nuestro propio acto porque el principio *a priori*, que es definicional y no una verdad material acerca del contenido de la experiencia, *tiene alternativas*. Puede ser reconocido como debido a la mente misma por los criterios usuales de responsabilidad en general —que un modo de actuar diferente es posible y produce una diferencia que puede descubrirse—. Allí donde no hay posibilidad de abstenerse de nuestro acto o actuar de otra manera, no puede haber una actividad a descubrir —ciertamente, no hay acto—. Como hemos señalado, si lo *a priori* surge de una mente trascendente, actuando de manera inalterable, nunca puede saberse que es nuestra creación o distinguirse de los hechos de la vida que son debidos a la naturaleza de lo real independiente. Lo que puede conocerse como *a priori* debe cumplir con requisitos que, según parece, son contradictorios: que puede saberse de antemano que se cumple para toda experiencia, y que tiene alternativas. El principio de clasificación o interpretación cumple con estos requisitos, porque la alternativa a una definición o a una regla no es su falsedad sino meramente su abandono en favor de alguna otra. Luego, la determinación de lo *a priori* es en cierto sentido como la elección libre y la acción deliberada.

Esto también resuelve otra dificultad que ya se le habrá presentado al lector. Si lo *a priori* es algo hecho por la mente, la mente también puede alterarlo. No hay garantía de que lo que es *a priori* se mantendrá fijo y absoluto a través de la historia de la raza o para el individuo durante su desarrollo. Desde el punto de vista que presentamos aquí, esto no representa una dificultad sino la explicación de un hecho histórico interesante. El prejuicio racionalista de una razón humana absoluta, universal para todo hombre y todo tiempo, ha creado una concepción artificial ensalzada e imposible de las categorías como modos de la mente fijos e inalterables. Un resultado ha consistido en limitar la utilidad de la concepción, de manera que lo que denominaríamos, en el modo usual de hablar, “las categorías de la física” o “las categorías de la biología” no servirían como

ejemplos de “las categorías” dado que es obvio que los principios y conceptos fundamentales de cualquier ciencia natural cambian progresivamente con su desarrollo. Esto, a su vez, ha servido para oscurecer el amplio e importante papel desempeñado en la ciencia por ese elemento de orden categorial que no puede ser determinado por hechos empíricos meramente sino que debe ser proporcionado por el científico mismo en su planteo del problema, y en la fijación de criterios mediante los cuales debe interpretarse el significado de los hallazgos experimentales. Así, en las discusiones epistemológicas son pocos los casos en los que se presentan los ejemplos más impresionantes del conocimiento humano.

El supuesto de que estamos originalmente dotados de un conjunto de categorías que son fijas para todo tiempo es una superstición comparable con la creencia de los pueblos primitivos de que las características generales de su vida y de su cultura son inmemoriales y tienen un origen sobrenatural. Las grandes divisiones de nuestro mundo-de-pensamiento difiere del de nuestros primeros ancestros, tanto como nuestras máquinas modernas difieren de sus primitivos artefactos; y nuestro punto de vista en geografía y astronomía difiere de su mundo, limitado por una cadena montañosa distante o por las columnas de Hércules, y cerrado bajo la esfera del cielo. Ciertas categorías fundamentales son, sin lugar a dudas, muy antiguas y permanentes: cosa y propiedad, causa y efecto, mente y cuerpo, y las relaciones de inferencia válida, sin lugar a dudas tienen sus contrapartidas en todo lugar y tiempo en el que ha existido la mente humana. Pero inclusive aquí, el supuesto de completa identidad y continuidad está en desacuerdo con hechos que deberían ser obvios.

Por ejemplo, para todo pueblo primitivo, y para algunos que claramente no son primitivos, las propiedades de una cosa no se localizan en tiempo y espacio, como para nosotros. Casi cualquier cosa puede ser un talismán o un fetiche, cuya acción tiene lugar (sin intermediarios) a distancia y en un tiempo posterior a su destrucción, sea ésta por acción del fuego o porque alguien se lo ha comido. Las cosas también tienen dobles, que operan inescrutablemente en ese otro-mundo cuya influencia interpenetra misteriosamente el reino que nosotros denominamos “naturaleza”. Además, el problema de larga data de la física acerca de la acción a distancia reaparece cada vez más y se une con nuevos problemas de interpretación física que amenazan con empujarnos una vez más a disipar la “cosa material” a través de todo el tiempo y el espacio, para encontrar su manifestación e inclusive su ser mismo en una proliferación de eventos que se extiende indefinidamente.

Difícilmente pueda escapársenos que la actual distinción entre mente y cuerpo corresponde sólo aproximadamente con esa división en el

pensamiento antiguo; que el cuerpo de materia inerte y la mente que no ocupa espacio no son más antiguos que el advenimiento de esa doctrina esotérica que surgió en Europa con los misterios griegos y la cristiandad. Este modo de distinguir contrasta con la división tripartita entre cuerpo, mente y espíritu, y con la división en cinco o n divisiones de las culturas más orientales. También es obvio que la presión de ciencia moderna en el campo de la biología y nuestra actual incomodidad acerca de esta naturaleza doble del individuo augura algún alejamiento de la claridad del dualismo cartesiano.

Los *nombres* de nuestras categorías pueden ser muy antiguos y estables, pero los *conceptos*, los modos de clasificar e interpretar que representan sufren una alteración progresiva con el avance del pensamiento.

Es posible que los modos de pensamiento expresados en la lógica y en las formas del lenguaje sean más fundamentales que otros. Y es muy probable que lo que reconocemos como categorías explícitas sean siempre superficiales en comparación con las formas que subyacen más profundamente y que sólo el estudiante persistente e imaginativo puede alcanzar, en alguna iluminación vaga y efímera, porque son casi la médula de nuestro ser y son tan penetrantes que difícilmente pueden ser expresadas en una frase con significado. Remiten al punto en el que la mente es continua con el objetivo e indistinguible del mismo. Porque podemos conocer nuestra propia naturaleza sólo en la medida en que comprendemos o imaginamos vagamente lo que significaría ser diferente de lo que somos. Podemos reconocer la presencia de la mente sólo en donde la mente establece una diferencia que puede ser descubierta. Si pensáramos en la mente como la suponen los racionalistas –sobreimponiendo en la realidad una rígida máscara de formas, fuera de la cual la mente misma nunca vislumbra nada–, entonces esta forma al mismo tiempo universal y no sobrepasable nunca puede tornarse autoconsciente. Quedaría –en palabras de Fichte– el “Gran Pensamiento que ningún hombre nunca pensó”. Ese Gran Pensamiento no se referiría a la mente sino a la realidad objetiva; sería lo Absoluto que condiciona eternamente pero nunca puede ser conocido. Pero el racionalista idealista no puede tener la torta y comérsela al mismo tiempo; la mente que puede ser reconocida como tal es *ipso facto* finita y limitada por fronteras descubribles. Así, debemos conceder obviamente que esta mente es continua con lo finalmente misterioso –la es-idad de lo que es–; en la contemplación de la mente contemplamos un aspecto del Gran Hecho en presencia del cual todo pensamiento explícito se silencia. Pero las categorías no son la forma de aquello que, no teniendo alternativa ni límite, carece de forma. Son los lí-

mites explícitos de aquello que, si las trasciende, debe caer en alguna otra categoría. Son divisiones dentro de lo comprensible en general, pero no la forma de la comprensión misma.

Es importante dejar en claro que la concepción que presentamos aquí no implica que porque lo *a priori* es algo hecho por la mente y capaz de ser alterado es por ende arbitrario en el sentido de que está determinado en forma caprichosa. El hecho de que no sea, ni pueda ser, determinado por lo dado no implica que no responde a ningún criterio. El tipo de verdad *a priori* que ilustra la matemática pura —esto es, la elaboración de conceptos abstrayendo toda cuestión acerca de aplicaciones particulares— responde sólo al criterio de autoconsistencia. Exactamente en la medida en que el desarrollo de un sistema tal puramente analítico se sustrae de toda consideración de aplicación útil, su verdad es sencillamente verdadera respecto de los significados originales expresados en sus conceptos básicos. Pero cuando se pretende aplicar los conceptos a la experiencia, y los principios *a priori* deben determinar modos de clasificación e interpretación, el caso es diferente. Aquí la mente sigue estando no compelida por cualquier contenido posible de la experiencia. Pero el conocimiento debe realizar una tarea práctica: los intereses de la acción que busca servir. El modo de la actividad de la mente responde a nuestra necesidad de entender, frente a una experiencia siempre más o menos incomprensible, y a nuestra necesidad de control. También hay otro factor que ayuda a determinar cuáles de los modos de comprensión intentados serán más sencilla y ampliamente útiles. Mientras que la razón humana absoluta que el racionalista supone como poseída completa y universalmente por todo humano es un mito, el hombre, sin embargo, siendo una especie de animal, tiene características que lo señalan como tal, y algunas de ellas al menos se reflejan en la inclinación del pensamiento humano. Algunos modos de pensamiento son más sencillos y se nos presentan más naturalmente que otros, que aun siendo posibles y a los que podríamos, ciertamente, apelar si una experiencia ampliada alterara suficientemente nuestros problemas, al igual que algunos modos de traslación corporal son más sencillos y naturales, a pesar de que pueden ser alterados de alguna manera cuando el entorno incluye un número suficiente de automóviles y aeroplanos. Además, la semejanza fundamental en nuestros modos de pensamiento, que representa lo que la comunidad de naturaleza marca, nuestra dotación mental original, está continuamente mejorada por el hecho de que las necesidades de los individuos humanos son mejor servidas mediante la cooperación con otros. “La mente humana” es claramente un producto social, y nuestras categorías reflejarán este hecho.

Dicho brevemente, mientras que el *a priori* no es dictado ni por lo que es presentado en la experiencia, ni por ningún factor trascendente y eterno de la naturaleza humana, aun así responde a criterios de un tipo general que pueden ser denominados pragmáticos. El animal humano con sus necesidades e intereses confronta una experiencia en la que éstos deben ser satisfechos, si es que lo son de alguna manera. Tanto el carácter general de la experiencia como la naturaleza del animal serán reflejados en el modo de conducta que marca este intento por realizar sus fines. Esto será cierto tanto respecto de las categorías de su pensamiento como respecto de otras cosas. Y aquí, como en otros casos, el resultado debe alcanzarse mediante un proceso en el que desempeñarán su papel las actitudes asumidas en forma tentativa, la decepción respecto de los fines a realizar y la consecuente alteración de la conducta.

La confirmación de esta concepción de lo *a priori* puede provenir sólo de un examen comprehensivo y detallado de, al menos, las principales categorías del pensamiento y los principios subyacentes del sentido común y la explicación científica. Dicha tarea no puede ser abordada aquí; cuanto mucho podrán ofrecerse unas pocas ilustraciones que esperamos sean típicas.

El paradigma de lo *a priori* en general es la definición. Siempre ha sido claro que el caso más sencillo y obvio de verdad que puede conocerse con antelación a la experiencia es la proposición explicativa y aquellas consecuencias de la definición que pueden derivarse mediante el puro análisis lógico. Éstas son necesariamente verdaderas, verdaderas bajo toda circunstancia posible, porque la definición es legisladora. El significado asignado a las palabras no es sólo cuestión de elección—esta consideración es relativamente trivial—sino que también la forma en que deben ser afectadas las clasificaciones precisas que expresa la definición es algo no dictado por la experiencia. Si la experiencia fuera distinta de lo que es, la definición y su correspondiente clasificación podrían ser inconveniente, inútil o fantástica, pero no podría ser falsa. La mente hace clasificaciones y determina significados; al hacerlo crea aquella verdad sin la cual no podría haber otra verdad.

Tradicionalmente, las proposiciones reconocidas como analíticas a menudo no fueron clasificadas como *a priori*; han sido consideradas como demasiado poco importantes; más aun, a veces incluso han sido repudiadas como no siendo verdaderas de ningún modo sino como meras enunciaciones verbales. Las razones principales para esta actitud arrogante han sido dos; en primer lugar, se ha pasado por alto el que lo real mismo es una cuestión de definición, y que la dicotomía entre real e irreal es la

clasificación primera y básica que la mente debe hacer cuando confronta a la experiencia. Segundo, no se ha comprendido el alcance poderoso y las consecuencias del puro análisis lógico.

El ejemplo más claro de este poder del análisis se encuentra, por supuesto, en la matemática. Su importancia histórica en tanto que paradigma de la verdad *a priori* no necesita enfatizarse. Casi se puede decir que las concepciones tradicionales de lo *a priori* son la sombra histórica de la geometría euclidiana. Pero en matemáticas mucha agua ha corrido bajo el puente desde los tiempos de Kant, y a la luz de los cambios que se han producido, estas concepciones tradicionales han probado ser totalmente imposibles. El curso de este desarrollo será familiar al lector; sólo se requiere mencionar sus rasgos más prominentes.

Si bien hay anticipaciones de las concepciones matemáticas actuales que se retrotraen hasta Platón, el movimiento que llevó a su actual aceptación se remonta principalmente al descubrimiento de las geometrías no euclidianas. Al desarrollar estos sistemas, resultó obviamente imposible depender de las intuiciones del espacio, sean puras o empíricas. Si Euclides está en lo cierto acerca de nuestro espacio, entonces ninguna de estas otras geometrías puede estarlo; y si Euclides no está en lo cierto, entonces la base principal de las suposiciones que podemos fundar en intuiciones acerca de lo espacial queda desacreditada.* Por ello, al desarrollar los sistemas no euclidianos, se debe prescindir de todas las construcciones tales como las líneas de ayuda, y de cualquier paso de una prueba que deba depender no de la lógica pura sino del carácter del espacio. Si un paso de una prueba no puede aceptarse rigurosamente por la lógica sola, no puede aceptarse de ninguna manera. Cuando se descubrió que era posible desarrollar los sistemas no euclidianos sin apelar a ninguna ayuda extra lógica, se emprendió una revisión similar del sistema euclidiano, eliminando todo apoyo explícito o implícito en construcciones, superposiciones u otra apelación a intuiciones espaciales. Este nuevo método, junto con ciertas generalizaciones indicadas, constituye la así llamada "geometría moderna".

A continuación se demostró que no sólo la geometría sino también otras ramas pueden ser desarrolladas mediante el método deductivo, a partir de unos relativamente pocos supuestos, y de la misma manera

* Euclides y un sistema no euclidiano no pueden ambos ser verdaderos acerca del espacio si se mantienen las denotaciones correspondientes de los términos. El descubrimiento de que ambos pueden ser verdaderos acerca del espacio con una diferencia sistemática en la denotación de los términos desempeñó un papel en la lógica de la geometría moderna.

sin confiar en los datos empíricos. Como resultado de ello la matemática pura es considerada abstracta, en el sentido de que es independiente de cualquier aplicación particular. Porque si todos los teoremas se siguen lógicamente de definiciones y postulados, entonces podemos alterar a voluntad lo que hagamos que denoten los términos, tales como “punto” y “línea”, sin perturbar en lo más mínimo ningún paso de las pruebas. *Lo que sea* que signifiquen “punto” y “línea”, dados estos supuestos acerca de ellos, estas consecuencias —el resto del sistema— también deben cumplirse respecto de ellos, dado que los teoremas se siguen de los supuestos exclusivamente mediante rigurosa deducción lógica.

La cuestión de la verdad del sistema matemático *aplicado* fue separada por completo de su integridad matemática o lógica. Todavía más cambios se produjeron junto con esto. La “verdad” de los supuestos iniciales perdió todo significado en cualquier otro sentido que no sea la exhibición de ciertos patrones de relaciones lógicas a los que debe adherirse de principio a fin. Los supuestos distintivos de una geometría no euclidiana, por ejemplo, lejos de ser autoevidentes, eran supuestamente meras falsedades arbitrarias con respecto a sus denotaciones empíricas más obvias. El término “axioma” fue reemplazado por “postulado” o “proposición primitiva”. En aras de la simplicidad lógica se investigaron conjuntos de supuestos alternativos que dieran como resultado el mismo sistema de proposiciones. Lo que debía suponerse inicialmente y lo que debía probarse se convirtieron en una cuestión de mera simplicidad lógica. Se volvió corriente hablar de la verdad de las matemáticas como hipotética, o decir que lo que afirma la matemática es sólo la relación de implicación entre postulados y teoremas. La matemática es verdadera acerca de ciertos patrones de relación lógica establecidos por las definiciones iniciales o postulados.

Además, se volvió claro que la distinción entre estos supuestos de la forma denominada “definiciones” y aquellos denominados “postulados” era relativamente arbitraria y carecía de importancia. Desde un punto de vista lógico es poca la diferencia, excepto en relación con la simplicidad de procedimiento, entre cuán lejos el orden del sistema se funda en proposiciones en las que “es” significa equivalencia lógica y cuán lejos en aquellas en las que significa solamente implicación de conceptos en un solo sentido o subsunción de clases. Dado que el contenido de los conceptos de la matemática pura es simplemente ese orden que generan, la forma de desarrollo en el que se exhiben las relaciones esenciales en tanto que significado definicional de los conceptos es lo más verdadero respecto de la naturaleza del tema.

La terminación de este último refinamiento del método matemático fue hecha por Whitehead y Russell en "Principia Mathematica".* Allí se probó que los supuestos iniciales de la matemática pueden evitarse, excepto las definiciones. Las verdades matemáticas se siguen meramente de las definiciones que exhiben el significado de sus conceptos, mediante pura deducción lógica. El juicio de tal verdad matemática es, luego, completa y exclusivamente analítico; para el conocimiento matemático no se requiere de ningún juicio sintético, *a priori* o de otro tipo. El contenido del tema consiste completamente en el análisis lógico riguroso de conceptos abstractos, con entera independencia de todo dato de los sentidos o modos de intuición. No se requiere que las definiciones que expresan esos conceptos sean verdaderas en ningún otro sentido del que deben ser precisas y claras; la formulación de las mismas representa un acto de la mente que es legislativo o creativo y en cierto sentido arbitrario; no responde a otro criterio que no sea la autoconsistencia y la adecuación con los propósitos que se supone que debe satisfacer la elaboración del sistema mismo. Puede seguir siendo cierto que "los conceptos sin preceptos son vacíos", pero debe concederse que hay una clase de conocimiento de conceptos "vacíos". O al menos dicha admisión puede evitarse sólo me-

* Este desarrollo es demasiado reciente como para apreciar claramente el peso exacto de sus consecuencias en todos sus aspectos. Los puntos acerca de los cuales puede haber alguna duda son los siguientes: 1) ¿Puede este método, sin alteración, ser llevado a cabo completamente en las ramas de la geometría? Algunos conceptos que se necesitan en geometría son tratados en el volumen III, pero el volumen IV, que debía completar este tema, no ha aparecido todavía. 2) Hay ciertos supuestos, como el "axioma de infinitud", que se presentan como *hipótesis* para algunos teoremas que, según parece, los requieren. No se sabe si este procedimiento se puede evitar por completo sin abandonar ciertas clases de teoremas que tienen su lugar en los desarrollos matemáticos usuales. 3) La consistencia y la independencia son esenciales para la matemática, dado que conciernen a su integridad lógica, sin tener en cuenta las cuestiones de aplicación. En vista de los procedimientos matemáticos usuales, es posible pensar que las pruebas de consistencia y de independencia involucran apelaciones implícitas a la intuición o a aplicaciones. Mediante el método de los "Principia" no queda claro cómo sea posible tratar estos problemas. Las pruebas de independencia han sido aplicadas a sistemas logísticos por N. Bernays y otros, pero sólo volviendo a utilizar aquellos recursos familiares cuya lógica es precisamente el punto en cuestión. El profesor H. M. Sheffer ha ofrecido un método general para poner a prueba la consistencia y la independencia sin referencia a ninguna aplicación posible. (Véase su "Teoría General de Relatividad Notacional", que circula en privado.) El método para tratar con ramas usuales de esta forma debe aguardar su futura publicación. 4) Es cuestionable si los métodos logísticos empleados en los "Principia" son aceptables en todo respecto en tanto que "prueba" y si no incluyen, en cierta forma, supuestos ilícitos de "existencia". Pero si hay defectos de este tipo, es altamente probable que sean evitables.

diante una restricción del término “conocimiento” que excluya a la matemática pura y a la lógica. La importancia de tal conocimiento analítico *a priori* es atestiguada por el carácter básico de estos temas para todas las otras ciencias.

La matemática pura se yergue entre la lógica por un lado y las aplicaciones empíricas de la matemática por el otro. La lógica es, en algunos aspectos, la ilustración *par excellence* de lo *a priori*, dado que sus leyes son las más completamente generales de todas. Las leyes de la lógica no pueden probarse a menos que primero se den por aceptadas en tanto que principios de su propia demostración. Explicitan los principios básicos de toda interpretación y nuestros modos generales de clasificación. Además, no imponen ninguna limitación al contenido de la experiencia. A veces se nos pide que temblemos ante el espectro de lo “alógico” para que luego podamos disfrutar el haber sido salvados del mismo mediante la dependencia de la realidad respecto de la mente. Pero lo “alógico” no es más que un duende, una palabra sin significado. ¿Qué clase de experiencia desafiaría al principio de que todo debe o bien ser o bien no ser, de que nada puede simultáneamente ser y no ser, o de que si X es Y y Y es Z , entonces X es Z ? Si algo imaginable o inimaginable pudiera violar dichas leyes, entonces el omnipresente hecho del cambio lo haría cada día. Las leyes de la lógica son puramente formales; no prohíben nada excepto lo que concierne al uso de los términos y los correspondientes modos de clasificación y análisis. La ley de contradicción nos dice que nada puede ser simultáneamente blanco y no blanco, pero no puede, y no lo hace, decirnos si negro es no blanco o suave, o cuadrado es no blanco. Para descubrir qué contradice a qué debemos volvernos hacia consideraciones más particulares. En forma similar la ley del tercero excluido formula nuestra decisión de que lo que no sea designado por cierto término debe ser designado por su negación. Declara nuestro propósito de hacer, para cada nombre, una dicotomía completa de la experiencia, en vez de –como podríamos elegir– clasificar sobre la base de una división tripartita entre opuestos y un terreno medio entre los dos. Nuestro rechazo de tal división tripartita representa sólo nuestra inclinación por la simplicidad y consideraciones similares.

Otras leyes lógicas tienen un significado similar. Son principios de procedimiento, las reglas parlamentarias del pensamiento y de la acción inteligentes. Tales leyes son independientes de lo dado porque no le imponen ninguna limitación. Son legislativas porque se dirigen a nosotros mismos, porque la definición, la clasificación y la inferencia no representan ninguna operación en el mundo de las cosas, son sólo nuestras actitudes categoriales de la mente.

Además, los criterios últimos de las leyes lógicas son pragmáticos. Ciertamente, ¿cómo podría ser de otra manera? La verdad de la lógica no es una verdad material sino una verdad acerca de los modos de autoconsistencia. Dado que esto es así, la lógica debe ser la prueba de su propia consistencia, y de este modo su propia verdad, tanto como la prueba de consistencia de todo lo demás. Pero si la lógica pone a prueba su propia verdad, entonces ¿cuál puede ser la prueba de la verdad en un asunto genuinamente lógico, que no sea una cuestión de mera inadvertencia de un lado o de otro? Quienes suponen que hay una lógica sobre la cual todos estarían de acuerdo si la entendieran y se entendieran a sí mismos, son más optimistas que quienes estando versados en la historia de la discusión lógica tienen derecho a serlo. El hecho es que hay varias lógicas, marcadamente diferentes, cada una autoconsistente *en sus propios términos* y tal que quien, usándola, evite premisas falsas, nunca alcanzará una conclusión falsa. Por ejemplo, basa su lógica en una relación de implicación tal que si se recortan de un periódico veinte oraciones y se las coloca en un sombrero, y luego se toman al azar dos de ellas, una de ellas implicará a la otra, y existe la misma chance de que la implicación sea mutua. Sin embargo toda la estructura de “Principia Mathematica” se erige sobre fundamentos tan lejanos de los modos de inferencia ordinarios. Esta lógica es totalmente autoconsistente y válida en sus propios términos. Hay otras que son todavía más extrañas y de las cuales se puede decir lo mismo.* Los genuinos problemas de la lógica son aquellos que están por encima de las cuestiones de mera integridad autocrítica del sistema lógico. Hay cuestiones tales, y éstas no pueden ser determinadas –más aún, ni siquiera pueden ser argumentadas– excepto sobre las bases pragmáticas de las inclinaciones humanas y la conveniencia intelectual. El que hayamos estado ciegos a este hecho, y que los lógicos hayan gastado mucho papel y tinta tratando de argumentar sobre otras bases aquellas cuestiones que son sólo de conveniencia o de valor, refleja errores tradicionales en la concepción de lo *a priori*.

La matemática pura y la lógica ejemplifican ese tipo de *a priori* que tiene el mayor grado de abstracción respecto de la experiencia, cuyos conceptos son tan generales que podemos denominarlos “vacíos”. Respecto de los mismos, puede surgir la cuestión acerca de si no habrá problemas de una clase enteramente diferente cuando intentemos aplicarlos en la experiencia. Por ejemplo, podríamos decir que cuando la geometría se vuelve abstracta y se libera de toda referencia necesaria a nuestras in-

* Véase, de esta misma obra, el cap.VII, segunda nota al pie de página.

tuiciones del espacio, la cuestión de la *verdad acerca del espacio* se convierte en una cuestión enteramente independiente, y respecto de la cual debe haber referencia a formas de la intuición o algo por el estilo, o no habrá nada que sea determinable *a priori* en modo alguno. En forma similar se puede decir que si la aritmética en tanto que sistema deductivo puramente abstracto no hace necesariamente referencia al carácter de los objetos contables, entonces su verdad *a priori* no tiene ningún valor para anticipar la conducta de cosas concretas. Naturalmente, esto es cierto e importante. Si sólo hubiera verdad *a priori* respecto de los conceptos que son completamente abstraídos de la experiencia, y si este carácter *a priori* se desvaneciera cuando a dichos conceptos se les diera una denotación concreta, entonces la importancia de lo *a priori* para las ciencias naturales y para la práctica común se perdería en gran medida, si no completamente.

Pero *hay* una verdad *a priori* respecto de los conceptos que tienen denotación concreta. Consideremos el ejemplo de la aritmética. La aritmética depende *in toto* de la operación de contar o correlacionar, un procedimiento que puede llevarse a cabo en cualquier mundo que contenga cosas identificables, sin importar las otras características de la experiencia. Mill desafió este carácter *a priori* de la aritmética. Nos propuso que supongamos que existe un demonio lo suficientemente poderoso y malévolo como para que cada vez que se colocan dos cosas junto con otras dos cosas, este demonio siempre introdujera una quinta cosa. La conclusión que él supuso que se seguía es que bajo tales circunstancias $2 + 2 = 5$ sería una ley universal de la aritmética. Pero Mill estaba equivocado. En un mundo tal estaríamos obligados a ser un poco más claros que lo habitual respecto de la distinción entre aritmética y física, eso es todo. Si dos bolillas negras se colocaran en la misma caja junto con dos blancas, el demonio podría elegir los colores, pero sería evidente que habría más bolillas blancas o más bolillas negras de las que pusimos allí. Lo mismo sería cierto de todo objeto en cualquier modo identificable. Sencillamente nos encontraríamos en presencia de una ley física extraordinaria; deberíamos reconocer como universal en nuestro mundo que al colocar dos cosas en la vecindad de otras dos siempre se crea una cosa adicional y similar. El mundo de Mill sería de lo más extraordinario en el sentido físico. El trabajo en el mundo se facilitaría enormemente si los sombreros o las locomotoras o toneladas de carbón se multiplicaran de esa manera mediante la posesión de dos pares originales. Pero las leyes de la matemática no se verían afectadas. Debido a que esto es cierto, la aritmética es *a priori*. Sus leyes no prohíben *nada*; son compatibles con cualquier cosa que suceda o pudiera concebiblemente suceder en la naturaleza.

Son ciertas en todo mundo posible. La suma matemática no es una transformación física. La única reunión que implica es en la mente; si la traslación en general produjera una alteración numérica, deberíamos siempre contar cosas *in situ*, pero deberíamos contar y sumar como lo hacemos siempre. Cambios físicos que resultan en un aumento o disminución de las cosas contables involucradas son cosas de todos los días. Dichos procesos físicos nos presentan fenómenos en los que lo puramente matemático debe ser separado mediante análisis. Es porque siempre debemos separar la parte del fenómeno que no está en conformidad con la aritmética y designarla mediante alguna otra categoría –cambio físico, reacción química, ilusión óptica– que la aritmética es *a priori*. *Sus leyes constituyen criterios de nuestra clasificación categorial e interpretación.* Tal como lo ilustra el ejemplo, dicha interpretación categorial de lo concreto y empírico elimina todo lo que de otra manera violaría el principio *a priori* que expresa la categoría, pero por este medio no legisla la no existencia de algo fenoménico.

Tal vez hayamos ido demasiado lejos. La ilustración de Mill acerca de una alteración de la experiencia en general, que es muy simple, es llevada a cabo bastante mal como para hacer plausible que nuestra interpretación categorial sería diferente en un mundo tal. Pero si la traslación en general produjera una alteración numérica, entonces un modo de interpretación categorial enteramente diferente podría servir mejor a nuestros propósitos. Nuestras categorías actuales no serían prohibidas –no *podrían* serlo– pero tal vez otros modos reducirían lo fenoménico al orden y facilitarían el control en forma más simple. O, en un mundo tal, la aritmética podría quedar confinada a un fenómeno mental –dado que estos fenómenos estarían exentos de los efectos del cambio de lugar– y los principios numéricos serían leyes de la psicología. Si fuéramos medusas en un mundo líquido, probablemente no realizaríamos sumas, porque los propósitos útiles a los que sirven tales concepciones serían insignificantes. Más aún, si alguna supermedusa inventara la aritmética como un *jeu d'esprit* (como Hamilton inventó los cuaterniones) no encontraría nada en cualquier experiencia posible que la contradijera, y podría aplicarla con algún provecho a sus propias ideas distintas.

La ilustración ideal de lo *a priori* en geometría aplicada sería una consideración de la relatividad física, mostrando cómo la verdad geométrica puede depender del lugar en el que se trace la línea divisoria entre las propiedades del *espacio* y las de la *materia*. Los principios de la geometría aplicada son verdaderos *a priori* para todas las cosas que llenan el-espacio. Pero esta verdad *a priori* tiene su aspecto pragmático, dado que hay alternativas acerca de la manera en que la categoría de “lo espa-

cial” deba limitarse. Pero el llevar a cabo esta ilustración en detalle quedaría fuera de mi competencia.*

Incidentalmente puede señalarse que las ideas que se han vuelto corrientes con la teoría de la relatividad dejan en claro la naturaleza de los errores de Kant al suponer una forma limitada de intuición espacial. Para Kant, lo espacial o geométrico tiene que ver con relaciones de simultaneidad; por ejemplo, la forma de un triángulo es algo instantáneamente imaginable. Pero para los triángulos celestes, dicha intuición instantánea carece de significado; lo que existe o sucede a cierta distancia no es directamente verificable aquí y ahora; el pasaje de algo a través del tiempo, al igual que con el espacio, está inextricablemente ligado con la determinación del hecho distante. Luego, la imaginación de un “espacio curvo” no necesita significar algo así como el aplastamiento de un hemisferio sin perturbar las relaciones de los grandes círculos de su superficie. Significa sólo imaginar *ciertas secuencias uniformes* para caracterizar la experiencia de lo espacial bajo ciertas condiciones. El carácter “inimaginable” del espacio curvo, en el sentido de que no podemos visualizar un triángulo no euclidiano en el pizarrón, no tiene nada que ver con la cuestión. Los triángulos en escalas diferentes tienen “formas” diferentes en el espacio no euclidiano, y los triángulos lo suficientemente grandes como para “verificar” la naturaleza del espacio son demasiado grandes como para “imaginarlos”. Nuestros ancestros, quienes creyeron que la Tierra era plana, ciertamente hubieran podido “imaginarse” un espacio no euclidiano, en el único sentido en el que se requiere, dado que la geometría de la superficie de la Tierra es (en un sentido obvio) la de Riemann.

El elemento *a priori* en las ciencias naturales llega más profundo de lo que podría suponerse. Todo orden que tenga la importancia suficiente como para que valga la pena otorgarle el nombre de ley depende eventualmente de algún ordenamiento por parte de la mente. Sin principios iniciales que guíen nuestro ataque sobre la confusión de la experiencia, la misma permanecerá para siempre caótica y refractaria. En toda ciencia hay leyes fundamentales que son *a priori* porque formulan precisamente aquellos conceptos definicionales o pruebas categoriales sólo mediante los cuales la investigación se hace posible.

Un buen ejemplo de esto se encuentra en el pequeño libro de Einstein “Relatividad”.** El problema que se discute es el criterio de simultaneidad para eventos distantes. Supóngase que un rayo cae en dos lugares,

* El lector puede consultar la sección “Espacio y geometría” de la obra “Ciencia e hipótesis” de Poincaré.

** Véase pp. 26-28; la cursiva es del autor.

A y B , de la vía de un ferrocarril. ¿Cómo podemos determinar si estos eventos suceden al mismo tiempo?

Se [...] requiere de una definición de simultaneidad tal que nos suministre un método por medio del cual podamos decidir [...] si los dos rayos ocurrieron simultáneamente o no. Mientras no se cumpla con esta exigencia, me engaño a mí mismo en tanto que físico (y, por supuesto, lo mismo se aplica si no soy un físico) cuando imagino que puedo asociar un significado a la afirmación de simultaneidad. [...]

Luego de un cierto tiempo de reflexión sobre la cuestión tú me ofreces la siguiente sugerencia para poner a prueba la simultaneidad. Se puede medir la línea que conecta A con B a lo largo de la vía férrea y se puede colocar un observador en el punto medio M de la distancia $A-B$. Este observador debe contar con un aparato (por ejemplo, dos espejos que formen un ángulo de 90°) que le permita observar visualmente los lugares A y B simultáneamente. Si el observador percibe los dos relámpagos al mismo tiempo, entonces los mismos son simultáneos.

Me agrada mucho esta sugerencia, pero no puedo considerar que el problema esté completamente resuelto, porque me siento obligado a plantear la siguiente objeción: “Su definición sería ciertamente correcta, sólo si yo supiera que la luz por medio de la cual el observador M percibe los dos relámpagos se propaga con la misma velocidad sobre la longitud $A-M$ que sobre la longitud $B-M$. Pero el examen de este supuesto sólo sería posible si ya dispusiéramos de un medio para medir el tiempo. Así es que parece que aquí nos estamos moviendo en un círculo vicioso”.

Después de otras consideraciones me miras con desdén y —con razón— declaras: “No obstante, mantengo mi definición previa porque en realidad no supone nada acerca de la luz. La definición de simultaneidad debe cumplir solamente con una condición, a saber, que en cada caso real debe suministrarnos una decisión empírica respecto de si la concepción a definir se cumple o no. La afirmación de que la luz necesita el mismo tiempo para recorrer el camino $A-M$ que el camino $B-M$ no es realmente ni una suposición ni una hipótesis acerca de la naturaleza física de la luz, sino una estipulación que yo puedo fijar libremente para establecer una definición de simultaneidad. [...]”. Llegamos así a una definición de “tiempo” en física.

Como este ejemplo lo ilustra muy bien, no podemos ni siquiera plantear las cuestiones que pueden ser respondidas por una ley descubierta hasta que no hayamos primero formulado criterios definicionales mediante estipulaciones *a priori*. Dichos conceptos no son definiciones verbales ni meras clasificaciones; son ellos mismos leyes que prescriben una cierta conducta en lo que sea nombrado por ellos. Dichas leyes definicionales son *a priori*; sólo así puede comenzarse la investigación mediante la cual se buscarán otras leyes. Todavía debe señalarse que tales leyes *a priori* pueden abandonarse si la estructura que se monta sobre ellas no logra simplificar nuestra interpretación de los fenómenos. Si, en el ejemplo dado, la relación “simultáneo con”, tal como se la definió, no fuera transitiva —si el evento *A* fuera simultáneo con *B* y *B* con *C*, pero no *A* con *C*— ciertamente se la rechazaría.

Verdaderamente *toda* definición y *todo* concepto ejerce su función de prescribir leyes fundamentales a sus denotados, porque todo lo que tiene un nombre debe identificarse con certeza sólo a través de un intervalo de tiempo. La definición proporciona criterios de la cosa definida que, al aplicarlos, se vuelven leyes necesarias o esenciales respecto de su conducta. Esto es especialmente evidente en el caso de las definiciones científicas porque las “cosas” de la ciencia son de una naturaleza profunda, representando uniformidades de conducta de un orden superior.* Si una definición fracasa, como ha sucedido con la mayoría de las definiciones científicas del pasado, es porque la clasificación que establece no se corresponde con ninguna división natural y no se correlaciona con uniformidades de conducta lo suficientemente importantes. Los intentos pasados de reducir los fenómenos a leyes se basan en “cosas” del sentido común que representan clasificaciones de acuerdo con propiedades que son relativamente sencillas de observar directamente e impresionan en los sentidos. Cuando tales intentos fallan, se debe mayormente a esta superficialidad de la clasificación inicial. Por ejemplo, las definiciones de los elementos formuladas por el alquimista son la clave de su éxito mediocre; las propiedades definicionales seleccionan grupos amorfos que tienen poca importancia respecto de nuevas uniformidades. Sólo fue posible obtener leyes químicas satisfactorias cuando se seleccionaron propiedades cruciales, tales como los pesos combinados, como las bases de la clasificación. No se puede decir que las clasificaciones previas fueran falsas; eran sencillamente inútiles, o insuficientes para los propósitos que se tenían. Gran parte de la investigación científica es, pues, la búsqueda de *cosas que vale la pena nombrar*.

* Véase el Apéndice A.

En la actualidad hemos llegado a un punto en el que creemos que el procedimiento típico en ciencia no es ni la deducción a partir de lo autoevidente, o relativamente cierto, ni la generalización directa a partir de la experiencia. Si hay algún método más característico de la ciencia que algún otro es el de hipótesis y verificación. Pero pareciera que todavía pasamos por alto el hecho de que los *términos* mediante los cuales se formulan las hipótesis y las leyes son ellos mismos un logro científico. Todavía sufrimos la ilusión de que confrontamos, por un lado, categorías del pensamiento humano fijas y eternas con “cosas” dadas e igualmente fijas, por el otro. ¿Acaso no es obvio, para la observación desapasionada, que las categorías y clasificaciones científicas están sujetas a modificación progresiva o inclusive a alteraciones abruptas, y que las mismas influyen dirigiendo y controlando otras fases de la investigación científica? Y aquí también, como en el caso de las hipótesis y la verificación, el desarrollo no sucede ni por derivación lógica a partir de principios antecedentes ni por formulación directa de contenido empírico, sino aventurando algo mediante la mente y conservándolo o abandonándolo según sea el éxito o el fracaso de lo que se basa en ese algo. Sin embargo, en este caso la prueba del éxito no es la simple conformidad con la experiencia, como en la prueba de hipótesis, sino que es el logro de un orden inteligible entre los fenómenos en cuestión, y responde también a criterios tales como simplicidad intelectual, economía, y alcance en principio.

Tal vez el lector piense que, si esto es cierto, lo que aquí representamos como *a priori* no lo es, sino que lo aprendemos de la experiencia. Si es así, espero que relea la ilustración de Einstein prestando la debida atención a la lógica de la misma. Por mucho que el ir y venir entre los propósitos de la ciencia y los hechos descubiertos pueda contribuir a alterar el procedimiento empleado para alcanzar dichos objetivos, y pueda introducir nuevos principios básicos y categorías, aún así la actividad de nombrar, clasificar, definir es en cada paso previa a la investigación. Ni siquiera podemos interrogar a la naturaleza sin una red de categorías y conceptos definicionales. Hasta que no se definen significados y no se fijan clasificaciones la experiencia no puede concebiblemente determinar nada. Antes de que la observación o el experimento puedan decirnos algo debemos estar en posesión de criterios que nos indiquen cuál experiencia responderá cuál cuestión, y cómo lo hará.

Las uniformidades que busca la ciencia son de un orden superior y representan una búsqueda adicional de los mismos propósitos exhibidos, en una escala más humilde, por las uniformidades de la comprensión del sentido común. De manera que la actividad categorizadora y clasificatoria del pensamiento es más deliberada y autoconsciente en el caso de la

ciencia y, en comparación, más fácil de obtener que en el caso del sentido común. Dado que las categorías científicas en alguna medida se construyen sobre distinciones más básicas, su funcionamiento en tanto que criterios de lo real es menos frecuente y tal vez menos importante. Sin embargo, a veces se observa este funcionamiento en el interjuego entre nuevos principios de interpretación científica y fenómenos residuales no explicados o informes de observación que se considera que posiblemente contengan errores. Si Röntgen no hubiera podido repetir la experiencia en la que por primera vez vio los huesos de su mano, dicha percepción hubiera sido desacreditada. Dado que sólo su descubridor pudo ver los “rayos N” con cierta seguridad, y se descubrió que los vio tanto a través del prisma como cuando se quitó el prisma, se los descartó en tanto que ilusorios. El fenómeno del hipnotismo permaneció durante largo tiempo en el limbo de lo dudoso, e inclusive en la actualidad presenta un problema difícil el separar fenómenos verídicos de ilusorios, autoengaños y cosas similares. El fenómeno de “doble personalidad” desafiaría una categoría fundamental si no fuera porque se plantean muchas dudas acerca de lo que es “doble” y si lo es genuinamente. Para tomar un ejemplo diferente, cuando se examinaron las fotografías del eclipse que figuraron en la discusión acerca de la relatividad, se planteó la duda sobre si el desplazamiento de la estrella que se medía en esas fotografías representaba la deflexión de los rayos de luz o se debía, en parte, a una aureola en el film sensible. De manera que, al menos durante un momento, un problema tan fundamental como el de abandonar las categorías de espacio y tiempo independientes se entrelazó con la cuestión acerca de si la posición de los puntos en una placa fotográfica representaban auténticas fotografías de estrellas o se debían a algo que ocurrió dentro de la cámara.

Lo que debe observarse en este punto es la continuidad de los problemas científicos de orden superior con los aparentemente simples y fundamentales criterios de lo real, y al mismo tiempo, el hecho de que tales decisiones sobre la realidad o irrealidad son en sí mismas interpretaciones que involucran principios del mismo orden que las leyes científicas. Las mismas son tales que prohíben, por ejemplo, las transformaciones no biológicas y las sucesiones no físicas que ocurren en los sueños. Un ratón que desaparece en un lugar en el que no hay ningún agujero no es un ratón real; un paisaje que retrocede a medida que nos aproximamos, es una ilusión. La realidad de un objeto de un tipo particular se determina mediante una cierta uniformidad de su conducta en la experiencia. La formulación de esta uniformidad tiene el tipo de una ley natural. Hasta aquí, dichas leyes son *a priori* —para este tipo particular de cosa, la experiencia que no logra concordar con la ley es repudiada como no verídica.

La situación es más paradójica; los principios del orden de las leyes naturales se alcanzan mediante alguna generalización a partir de la experiencia —esto es, a partir de experiencia *verídica*—; no hay ninguna generalización que se obtenga a partir de la experiencia que no distingue lo real de lo irreal. Pero cuál sea una experiencia *verídica* queda determinado por el criterio de la ley. Pero entonces, ¿qué es lo primero?, ¿el contenido de la experiencia valida la ley o la ley valida la experiencia al atestiguar su carácter verídico? La respuesta es que la ley va primero en la medida en que estemos dispuestos a conservarla en tanto que criterio de lo real. Pero la “realidad” que está en cuestión es verosímelmente de una clase muy específica. Por ejemplo, en cierto sentido tanto las auténticas fotografías de estrellas como las fotografías afectadas por aureolamiento son reales, ambas son físicamente reales, ambas son inclusive fotografías. Lo que sea una “auténtica fotografía” debe ser definido con mucha precisión en el caso en cuestión, y se la define de manera que excluya el efecto de la reflexión de la luz en la lente que está detrás de la placa fotográfica. La manera en que se establece esta definición o clasificación obviamente requiere de una correlación entre la fotografía y la cosa fotografiada que sea del tipo exhibido por ciertas leyes científicas. En el caso particular, si el fenómeno no exhibe dicha relación legaliforme se le declara no auténtico o no real —esto es, no es realmente esta clase específica de cosa.

De manera que todos los conceptos, y no sólo los que denominamos “categorías”, funcionan como criterios de realidad. Todo criterio de clasificación es un criterio de realidad de algún tipo particular. No hay una cosa tal como una realidad en general; para ser real, una cosa debe ser un tipo particular de realidad. Además, lo que en cierta vinculación es un criterio *a priori* de realidad en otra vinculación puede ser una mera ley empírica, por ejemplo, la ley que correlaciona la fotografía con la cosa fotografiada, o la ley que regula la conducta de la traslación de los cuerpos sólidos y condena al ratón que desaparece sin que haya un agujero, o las leyes de la perspectiva que excluyen a un paisaje que retrocede cuando nos aproximamos a él. *La determinación de realidad, la clasificación de los fenómenos y el descubrimiento de la ley se establecen conjuntamente.* No voy a repetir lo que ya se ha dicho tan a menudo acerca de la prioridad lógica de los criterios; pero debe observarse que esto es totalmente compatible con el cambio de categorías y clasificación al ampliarse la experiencia humana. Si los criterios de realidad son *a priori*, esto no equivale a que ningún carácter concebible de la experiencia pueda motivar la alteración de los mismos.

Por ejemplo, los espíritus no pueden ser fotografiados. Pero si se toman fotografías de los fenómenos espiritistas bajo condiciones apropiada-

mente cuidadas y esto se vuelve lo suficientemente frecuente, este dictum *a priori* será cuestionado. Lo que deberíamos hacer es redefinir nuestros términos. Si “espectro” es espíritu o materia, si la definición de “espíritu” o “materia” debe cambiarse, todo esto constituye un problema interrelacionado.

¿Qué sería para usted una prueba de que el movimiento relativo de un cuerpo tuviera como efecto su acortamiento en la dirección del movimiento y alterara su masa? Si la respuesta es “ninguna experiencia concebible” y usted puede formular una definición de “masa”, una concepción del movimiento y de una medición idealmente exacta en términos tales que no entren en conflicto entre sí ni con sus otras concepciones físicas, no hay posibilidad de demostrar que usted se equivoca. Para una mente lo suficientemente determinada a favor de un tiempo y un espacio independientes, ninguna experiencia posible puede probarle el principio de relatividad. La pregunta “¿Por cuánto tiempo debemos persistir en mantener nuestras categorías previas, cuando somos confrontados con fotografías de estrellas y con el desplazamiento de las líneas del espectro (o con fenómenos espiritistas o evidencia de telepatía)?” es una pregunta que no tiene una respuesta general. Un conservadurismo tozudo puede volverse irrazonable sólo sobre la base pragmática de que hay otro método de análisis categorial que reduce más exitosamente toda la experiencia del tipo en cuestión a orden y ley. Confrontados con un problema tal, deberíamos reabrir conjuntamente la cuestión de la definición o clasificación, de los criterios para esta clase de realidad, y de las leyes naturales. Y la solución de uno de estos elementos probablemente implicaría la solución de todos. Nada puede *forzar* a redefinir “espíritu” o “materia”. Una relación lo suficientemente fundamental con las inclinaciones humanas o los intereses humanos garantizaría la continuidad inalterada, inclusive frente a experiencias ininteligibles y desconcertantes. Y ninguna provisión de categorías y conceptos que la mente pueda lograr nos permitirá entender la experiencia en forma completa y en todos sus aspectos. En tales problemas, la mente se encuentra a sí misma como no obligada excepto por sus propios propósitos y necesidades. El dato fijo al que debe conformarse es únicamente esa confusión de lo dado en la cual ni siquiera se ha efectuado la distinción entre lo real y lo irreal. El resto es por completo y exclusivamente nuestro problema de interpretación. *Puedo* categorizar la experiencia como yo quiera; pero ¿cuáles son las distinciones categoriales que servirán mejor a mis intereses y objetivan mi propia inteligencia? Lo que sea la experiencia confusa y turbulenta, está más allá de mí. Pero lo que yo deba hacer con la misma cuando el carácter de la experiencia está delante de mí, ésta es mi propia cuestión. Yo estoy coercionado únicamente por mi propia necesidad de comprender.

Ciertamente sería inapropiado caracterizar como *a priori* a una ley que estamos dispuestos a alterar a la luz de experiencias ulteriores, a pesar de que en un caso aislado descartáramos como no-verídica cualquier experiencia que no se conforme con dicha ley. Pero la esencia de la cuestión es que más allá de los principios del tipo de los de la lógica y la matemática pura, cuya permanente estabilidad parece confirmada, debe haber otros criterios más particulares acerca de lo real y previos a cualquier investigación de la naturaleza. La mente misma debe proporcionar estas definiciones, principios fundamentales y criterios antes de que la experiencia pueda comenzar a ser inteligible. Los mismos representan actitudes más o menos profundas, que la mente humana ha tomado a la luz de su experiencia total en ese momento. Pero experiencias nuevas y más amplias pueden provocar alguna alteración de dichas actitudes a pesar de que por sí mismas no dictaminan nada respecto del contenido de la experiencia, y ninguna experiencia puede concebiblemente demostrar que son inválidas.

De manera que lo que es pragmático en el conocimiento es el elemento *a priori*, no el empírico. Los pragmatistas generalmente han omitido hacer la separación entre concepto e inmediatez, con el resultado de que parecen colocar toda verdad por un lado a merced de la experiencia, y por el otro dentro del poder de la decisión humana o en una relación de dependencia respecto de la mente humana. Pero esto sería querer tener ambas cosas. El sentido en el que los hechos son brutos y dados no puede ser el mismo sentido en el que la verdad acerca de los mismos es producida por la mente o es alterable según las necesidades humanas. Sin duda, este elemento *a priori* del conocimiento fluye en un nivel muy profundo; está presente siempre que hay una clasificación, interpretación, o la distinción entre real e irreal —lo que significa que está presente en todo el conocimiento—. Siendo así, supongo que debe admitirse, en un análisis final, que para una verdad de cualquier tipo no puede haber una base más fundamental que la pragmática. Nada —ni siquiera la percepción directa— puede forzar el abandono de una actitud interpretativa, y ciertamente tampoco *debería* conducirnos a dicho abandono (dado que siempre es posible la ilusión o el error), excepto alguna demanda o propósito de la mente misma. Pero ciertos fines importantes, tales como consistencia y economía intelectual, amplitud de alcance, y simplicidad de la interpretación, ocupan un lugar tan alto respecto de la satisfacción a largo plazo de nuestras necesidades en general, que legítimamente tienen prioridad por encima de cualquier propósito meramente personal o transitorio. En la concepción popular especialmente, el pragmatismo a menudo parece connotar la validez de actitudes más bien superficiales y caprichosas, por

ejemplo, la justificación de creencias sobre ninguna otra base más profunda que el deseo personal. El insuficiente respeto por la integridad intelectual, la tendencia a remover propósitos elevados en favor de bajos motivos identifica el tipo de “pragmatismo” que debe evitarse. Todos debemos ser pragmatistas, pero pragmatistas al final, no al comienzo.

También en otro sentido, hay una connotación de “pragmatismo” más o menos extendida que es inaplicable a la teoría aquí presentada. Los conceptos y los principios de interpretación están sujetos a alteración histórica y en términos de esto puede haber “nuevas verdades”. Pero es necesario analizar la situación en la que sucede esto. No significa la posibilidad de nuevas verdades en ningún sentido en el que la nueva verdad pueda contradecir genuinamente a la vieja verdad. Tal vez esto no sea del todo claro al principio. Nuevos ámbitos de experiencia tales como los debidos a la invención del telescopio y el microscopio han conducido de hecho a una alteración de nuestras categorías con el transcurso del tiempo. Lo mismo puede suceder a través de un análisis más profundo o adecuado de la experiencia anterior, atestiguado por la redefinición de enfermedad de Virchow. Lo que antes se consideraba real –por ejemplo, entidades consideradas enfermedades– pueden posteriormente considerarse irrales, y lo que antes se consideraba irreal –por ejemplo, el espacio curvo– puede ser admitido como real. Pero cuando esto sucede *la verdad permanece inalterada y la nueva verdad y la vieja verdad no se contradicen*. Las categorías y los conceptos no cambian literalmente; sencillamente se los abandona y reemplaza por otros nuevos. Cuando entidades que eran enfermedades cedieron su lugar a estados cualitativos del organismo inducidos por cambios en las condiciones, como pueden ser las bacterias, la vieja descripción del fenómeno enfermedad no se torna falsa en ningún sentido en el que no haya sido siempre falsa. Todos los objetos son abstracciones de algún tipo u otro; se determina que considerar a la enfermedad como entidad es una clase de abstracción relativamente pobre para comprender y controlar el fenómeno en cuestión. Pero en términos de esta abstracción cualquier interpretación de la experiencia que alguna vez se hubiera hecho correctamente sigue siendo verdadera. Toda contradicción entre la vieja y la nueva verdad es *sólo verbal*, porque la vieja palabra “enfermedad” tiene un nuevo significado. Se conserva la vieja palabra pero se descarta el viejo concepto por considerarlo un instrumento intelectual pobre y se lo reemplaza por uno mejor. Las categorías y los conceptos precisos son estructuras lógicas, ideas platónicas; las implicaciones entre ellas son eternas y la verdad empírica acerca de cualquier cosa dada, expresada en términos de dichas estructuras, es, al igual que las estructuras, inalterable a través del tiempo.

Para que se lleve a cabo el cambio, en el caso típico en el que se descartan viejos métodos de interpretación a favor de otros nuevos, se requiere de nuevos datos empíricos cuya interpretación según los viejos términos presenta alguna dificultad. Todo conjunto de conceptos básicos tiene intereses creados en el cuerpo total de verdades expresadas en términos de los mismos, y en la práctica social que se basa en ellos. La ventaja del cambio debe ser considerable y lo bastante clara como para vencer la inercia humana y el prestigio de los viejos hábitos de pensamiento. Los datos nuevos y recalcitrantes, que provocan el cambio, complican el problema de comparar la “nueva verdad” con la vieja. Los factores que deben tenerse en cuenta son: (1) los dos conjuntos de conceptos, el viejo y el nuevo; (2) la expansión de los límites de la experiencia en la que surge a la luz la novedad; (3) las condiciones de aplicación de los conceptos a este nuevo cuerpo total de experiencia relevante.

Por ejemplo, en el caso de la revolución copernicana, lo que principalmente impulsó la reinterpretación fue la invención del telescopio y el incremento de la precisión de las observaciones. Pero estos datos nuevos fueron decisivos sólo en un sentido pragmático. Los que discutieron el asunto suponían que estaban discutiendo una cuestión de hechos empíricos. Pero, dado que no hay movimiento absoluto, la cuestión sobre qué se mueve y qué permanece inmóvil en los cielos no puede ser zanjada sólo por la experiencia. Las estrellas fijas probaron ser un marco de referencia muy conveniente, dando como resultado generalizaciones relativamente simples para los movimientos celestes, y permitiendo que los fenómenos celestes y sublunares fueran reducidos a las mismas ecuaciones, mientras que si se elegía el sistema de ejes terrestres se producían dificultades y complejidades prácticamente insuperables. No obstante, desde un punto de vista teórico, si cualquier sistema de movimientos se puede describir en referencia a un conjunto de ejes, también se puede describir en términos de cualquier otro conjunto que se mueva en relación al primero según alguna regla general. Imaginemos por un instante que la descripción teóricamente posible de fenómenos físicos y astronómicos en términos de una tierra inmóvil hubiera tenido éxito con todos los datos de que disponemos ahora. ¿En términos de qué conjunto de conceptos, los viejos o los nuevos, tendremos la verdad? Obviamente en términos de ambos. Uno sería comprensión y verdad simple; el otro tan complejo que sería casi o totalmente imposible emplearlo. Pero entrarían en contradicción mutuamente en la misma medida en que lo hace una medición en libras y pies con otra en gramos y metros.

Esta situación no se ve alterada por ninguna consideración acerca de que los hechos nuevos descubiertos puedan desempeñar otro papel

distinto del pragmático y puedan ser una verdad decisiva en un sentido más profundo. Nadie supuso nunca que lo que era sólo hipótesis o generalización empírica con un alto grado de probabilidad no pudiera ser refutado por nuevos hechos. En la medida en que evidencia empírica nueva pueda hacer que los viejos principios se vuelvan teóricamente imposibles, la vieja verdad no era nada más que hipótesis y ahora prueba ser llanamente falsa. El punto de la teoría pragmática del conocimiento no es, espero, la reducción de toda verdad a hipótesis. Eso no sería más que una alegre forma de escepticismo.

Considero que lo que propone la teoría pragmática es que la verdad es sensible a la inclinación o necesidad humana, y el hecho de que en cierto sentido la verdad es producida por la mente. Desde el punto de vista que presentamos aquí esto es válido, porque la interpretación de la experiencia siempre debe realizarse en términos de categorías y conceptos que la mente misma determina. Puede haber sistemas conceptuales alternativos, que den lugar a descripciones alternativas de la experiencia, que sean igualmente objetivas e igualmente válidas, si no hay algún defecto exclusivamente lógico en estas conceptualizaciones categoriales. Cuando ocurre esto, la elección será determinada, consciente o inconscientemente, sobre bases pragmáticas. Hechos nuevos pueden causar un cambio de tales fundamentos. Cuando históricamente se producen estos cambios de interpretación tendremos genuinamente una nueva verdad, cuya novedad representa el poder creativo del pensamiento humano y las consideraciones predominantes de los propósitos humanos.

Sin embargo, la separación de los factores revela el hecho de que el elemento pragmático del conocimiento concierne a la elección de modos de interpretación conceptual que se van a aplicar. Por un lado, tenemos los conceptos abstractos mismos, con sus implicaciones exclusivamente lógicas. La verdad sobre ellos responde únicamente a criterios de consistencia y adecuación. Es lo absoluto y lo eterno. Por el otro lado, están los hechos-brutos de la experiencia dada. Si bien estos últimos en un sentido son inefables, a pesar de ello lo dado es a su manera determinado. Una vez que se fija el sistema categorial en términos del cual se interpretará lo dado, y se les asigna denotación a los conceptos en términos de sensación e imagen, es la experiencia dada la que determina las verdades de la naturaleza. El elemento pragmático del conocimiento y de la verdad está entre estos dos, en la elección del sistema conceptual a aplicar y en la asignación de denotados sensibles a los conceptos abstractos. El drama de la interpretación y control de la naturaleza por parte del hombre siempre se ha desarrollado en este terreno medio de ensayo y error, entre la ampliación de la experiencia por un lado, y el continuo cambio y modifica-

ción de concepciones que representa nuestro esfuerzo por hacer frente a lo primero por el otro. Que estas cuestiones sean pragmáticas; que no toquen la verdad que sigue siendo absoluta y eterna —esta es la única cosa que salva del escepticismo a quienes aprecian el carácter continuamente cambiante de este espectáculo.

Traducción: Cecilia Durán y Cristina Di Gregori □

Transgénicos

Biotecnología agroalimentaria: más allá de la casuística

Andoni Ibarra* y Hannot Rodríguez**

Resumen

El desarrollo de la biotecnología agroalimentaria está siendo blanco de una fuerte controversia científico-social en Europa. Por una parte, esta controversia se ha fijado desde los ámbitos institucional y académico dominantes a partir, sobre todo, de las cuestiones relacionadas con el consumo humano y su seguridad, dejando de lado otros aspectos. Por otro lado, la conceptualización de la aceptabilidad de la biotecnología agroalimentaria viene determinada por un discurso casuístico, que establece la viabilidad de este desarrollo biotecnológico concreto a partir del análisis de sus distintas aplicaciones. En consecuencia, relevantes aspectos constituyentes de ese desarrollo, indispensables para su comprensión, permanecen inmunes al análisis. Evaluamos los efectos de esta situación a partir de la regulación española de los riesgos de la biotecnología agroalimentaria.

Palabras clave: biotecnología agroalimentaria – riesgo – incertidumbre – percepción – pública de la biotecnología – regulación de omg

1. Introducción

En el presente trabajo vamos a centrarnos en la problemática que rodea a la biotecnología agroalimentaria, y más concretamente en la manera en la que se conceptúa el problema, esto es, en el marco de discusión y análisis que consideramos dominante en el ámbito de la gestión institucional.

Enfocaremos nuestra atención en el contexto europeo, dada la relevancia singular en ese continente de la convulsión político-pública en torno a la aplicación de la ingeniería genética en el sector agroalimentario.

Algunos análisis han puesto de manifiesto que el debate sobre el impacto de los transgénicos en los países “desarrollados” se ha centrado mayoritariamente en la

* Unidad de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología, Universidad del País Vasco-csic.

** Departamento de Lógica y Filosofía de la Ciencia, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. La contribución de este autor ha sido parcialmente realizable gracias a la beca AP2000-2587 del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de España.

cuestión de la seguridad alimentaria (Ibarra y Todt, 2002). De este modo, la cuestión se ha visto en su mayor parte reducida a un problema relativo a consumidores que no observan las ventajas de los productos transgénicos y se muestran recelosos ante su seguridad. Diversas encuestas del ámbito europeo (los denominados eurobarómetros) han intentado calibrar la respuesta pública e interpretar los resultados. El enfoque se ha establecido siempre en el mismo registro: el de analizar el comportamiento de un consumidor que no ve con buenos ojos el desarrollo de esta tecnología.

Sin embargo, el problema no se reduce al del consumidor-producto. Hay otra serie de cuestiones en juego que hacen del asunto algo mucho más complejo, al incorporar, además de las preocupaciones referidas a la salud de las personas, también cuestiones relativas al impacto medioambiental de la liberación de organismos modificados genéticamente (OMG) al entorno, así como temas de carácter socioeconómico o posturas de tipo ético.

En este artículo no pretendemos singularizar este abanico más amplio de cuestiones. Son varios ya los trabajos en los que se ha venido a subrayar este carácter poliédrico del problema (véase, por ejemplo Muñoz y Rodríguez, 2004). Vamos a tratar de establecer, más bien, una lectura

crítica del enfoque institucional prevaleciente en la problemática de las plantas transgénicas. Este enfoque, básicamente, aboga por abordar ese problema a través de su *atomización*. Así, se nos dice que no existe tal problema de los transgénicos o de la biotecnología, sino de una serie de aplicaciones diversas que hay que analizar "caso por caso". No hay lugar para una discusión sobre la propia ciencia y política de los transgénicos, ya que su deseabilidad o aceptabilidad dependerá en todo caso de sus distintas aplicaciones. Así, mientras que ciertas aplicaciones serán aceptables, otras no lo serán. Sólo nos queda pues poner en marcha un análisis riesgo-costo-beneficio que nos diga si la balanza se inclina hacia la aceptabilidad o no del producto.

Esta atomización reduce la cuestión de los transgénicos a un problema aplicativo, de uso. Ello implica que queda fuera de lugar una lectura más amplia y abarcadora del problema. En este trabajo se pretende desarrollar un análisis que dé cuenta del asunto en términos más amplios, que pueda recoger reflexiones más generales respecto del comportamiento científico-institucional dominante en el debate en torno de los transgénicos: se primará el estudio de los rasgos definitorios de las políticas públicas (en este caso aplicadas a la biotecnología agroalimentaria), más allá de la

circunstancialidad encarnada en los enfoques como determinantes de la fijación de la aceptabilidad social de un determinado caso.

En la sección 2 se argumentará la irreductibilidad del problema de la biotecnología agroalimentaria a un problema de elección consumidora, dando cuenta de la complejidad temática a la que nos enfrentamos; en la sección 3 se analizará el discurso casuístico dominante en el tratamiento institucional de la aceptabilidad de innovaciones biotecnológicas, por medio de la elucidación del marco legal europeo y español en el que se asienta ese discurso (3.1) y la consideración de la necesidad de complementar este tipo de discursos con un acercamiento que apunte a las características generales del problema a tratar (3.2); en la sección 4 se criticarán los tratamientos institucional y académico dominantes con respecto a la percepción pública de la biotecnología agroalimentaria, dando cuenta del compromiso de estas aproximaciones hegemónicas con el enfoque casuístico dominante; finalmente, en la sección 5, se fijarán algunos rasgos del actual desarrollo biotecnológico, vinculados sobre todo con la constitución y regulación del riesgo y la incertidumbre para los OMG, lo que motiva la necesidad de un nuevo enfoque para la comprensión de ese desarrollo.

2. Plantas transgénicas: ¿un problema de consumo?

En el ámbito de la biotecnología agroalimentaria, las plantas transgénicas son plantas cuyos genomas han sido modificados mediante ingeniería genética, bien para incorporárseles uno o varios genes nuevos (que pertenecen a otra variedad o especie) o para modificar la función de un gen propio. Esto significa que las plantas transgénicas pueden estar compuestas por diversos “tipos” de genes. Esta caracterización nos sirve tanto para elucidar el significado del término “transgénico” (aplicado a las variedades agrícolas), como para establecer un paralelismo (esperemos que no demasiado forzado) con el carácter transversal del problema general de las plantas transgénicas. De hecho, el problema puede caracterizarse como un “trans-problema”, ya que incorpora una variedad de preocupaciones y cuestiones que, más allá de la seguridad alimentaria, se refieren a problemas de carácter medioambiental, socioeconómico y político-ético.

Sin embargo, en la Unión Europea el énfasis al abordar el problema se ha situado en la opinión de los ciudadanos, en tanto consumidores, hacia los organismos modificados genéticamente (OMG) o los productos que los contengan. En la Unión han sido

varias las encuestas de opinión destinadas a calibrar y a recoger la opinión de los consumidores europeos sobre los transgénicos. De este modo, una de las cuestiones que ha centrado el debate sobre la biotecnología aplicada a la alimentación ha sido la del etiquetado de aquellos productos destinados al consumo humano que contengan ingredientes transgénicos. El etiquetado preserva el derecho del consumidor a elegir si quiere consumir o no el producto. Este es un hecho relevante, ya que entre el público europeo está bastante extendida la opinión de que los alimentos transgénicos son riesgosos para la salud, percepción que se acrecienta al no detectar el consumidor beneficios tangibles derivados de la modificación genética de los alimentos (Trigueros, 2004).

La importancia que la atención a la salud pública y al etiquetado tienen en este debate puede comprobarse en el hecho de que en la Unión Europea se haya mantenido una moratoria de facto sobre el comercio de productos transgénicos nuevos desde el año

1998, aduciendo razones de seguridad. A esta moratoria se le puso fin cinco años después, en julio de 2003, cuando el Parlamento Europeo aprobó una normativa por la cual liberaliza y regula la comercialización de los alimentos transgénicos, estableciendo la obligatoriedad del etiquetado de los productos alimentarios con ingredientes transgénicos o derivados.¹ La imposición del etiquetado ha jugado un papel determinante a la hora de poner fin a la moratoria y abrir las fronteras a la comercialización de productos transgénicos vetados durante tantos años. Se trata, en definitiva, de ofrecer al consumidor la posibilidad de elegir entre comprar o no estos productos. Un aspecto crucial, según las encuestas de opinión europeas, en el camino hacia la aceptación social de estos productos modificados genéticamente.

Sin embargo, como ya se dijo, el problema de los alimentos o la agricultura transgénica no es reducible al de la salud pública o al de la elección consumidora. Si bien es cierto que desde el ámbi-

¹ Esta normativa fija el umbral de presencia accidental de transgénicos autorizados en productos convencionales (tanto alimentos como piensos) en un 0,9%, lo que significa que, por debajo de ese umbral, los productos convencionales no estarán sujetos a la obligación de ser etiquetados. Por otro lado, el porcentaje de presencia accidental de transgénicos no autorizados (sobre los cuales, sin embargo, existe un informe científico favorable) en un producto se fija en un 0,5% del total del producto. La entrada en vigor de la normativa estaba prevista para fines de 2003 o principios de 2004, lo que significa que, para entonces, la Unión Europea volvería a emitir licencias para la comercialización de alimentos transgénicos.

to institucional europeo el énfasis se ha puesto en ese aspecto del problema, en torno de él caben una serie de consideraciones y cuestiones más amplias que hacen del mismo un problema de carácter poliédrico y plural. Más concretamente, algunos autores han indicado cuatro áreas de interés en el problema de los alimentos transgénicos (Persley *et al.*, 2002, 10):

- i) *Ética*: en esta área se expresan una serie de preocupaciones de carácter moral y social acerca de la naturaleza de la propia tecnología genética y las consecuencias de su uso en situaciones específicas. Por otro lado, existen también dudas acerca de lo apropiado o no del uso de los derechos de propiedad intelectual en relación a organismos vivos, así como una honda preocupación por garantizar que los conocimientos indígenas o locales no se vean marginados por las industrias que patentan “descubrimientos” biotecnológicos.
- ii) *Socioeconomía*: los problemas en este dominio se refieren a los riesgos y beneficios económicos del uso de la biotecnología, a las implicaciones que la gestión de la propiedad intelectual pudiera tener sobre la agricultura de los distintos países, y a la identificación de los perdedores y los ganadores del uso de las nuevas tecnologías bajo diversas circunstancias.
- iii) *Seguridad alimentaria y salud humana*: la cuestión que define esta área es la evaluación científica de los riesgos y los benefi-

cios que los organismos modificados genéticamente pudieran suponer para la salud humana.

iv) *Impacto sobre la biodiversidad y el medio ambiente*: esta área aborda la evaluación científica de los riesgos y beneficios que los organismos modificados genéticamente pudieran suponer para el medio ambiente. Estos efectos sobre el medio pueden ser a su vez directos (impactos potenciales sobre la biodiversidad) o indirectos (a través del cambio hacia unas prácticas agrícolas que afectarían al medio ambiente).

La identificación de estas cuatro áreas es suficiente para dar una idea de la verdadera dimensión del problema, irreductible al estrecho ámbito del mercado y el consumo, como parece ser el caso en su abordaje europeo. Más allá de la cuestión acerca de la seguridad de tal o cual producto, se encuentran una serie de factores o principios científico-políticos y económicos que son, en definitiva, los que fijan el marco de discusión “aceptable” en torno de la controversia. Es necesario analizar esos principios si quiere ofrecerse una comprensión cabal de la complejidad problemática asociada a las plantas transgénicas.

En general, el enfoque desde el que se aborda el tratamiento de la seguridad y viabilidad sociocultural de las plantas y alimentos modificados genéticamente se establece según un análisis “caso por caso”. De este

modo van fijándose todas aquellas modificaciones genéticas susceptibles de entrar en la cadena alimentaria o ser diseminadas en el medio ambiente. La aceptabilidad social se guía así descomponiendo el problema del desarrollo de la biotecnología agroalimentaria en el análisis de sus aplicaciones concretas y estudios de caso localizados.

3. La atomización del problema

3.1. La metodología “caso por caso”

En Europa, la regulación de los transgénicos u organismos modificados genéticamente se basa en la Directiva 98/81/CE, relativa a la utilización confinada de microorganismos modificados genéticamente, y en la Directiva 2001/18/CE, relativa a la liberación intencional en el medio ambiente de organismos modificados genéticamente. En el Estado español, por su parte, la ley que regula la manipulación de los OMG es la Ley 9/2003, que incorpora básicamente las normas sustantivas de las citadas Directivas 98/81/CE y 2001/18/CE. La Ley española establece así el régimen jurídico de la utilización confinada, la liberación voluntaria y la comercialización de los OMG.

Uno de los principios que guían la normativa europea, y por

tanto la Ley española 9/2003, es el de “caso por caso”, esto es, el principio que establece que la autorización para la comercialización de transgénicos sólo se decidirá tras haber efectuado una “evaluación de los riesgos asociados a los organismos modificados genéticamente para cada uno de ellos”, además del de “paso por paso, que supone que sólo se procederá a la liberación de organismos modificados genéticamente cuando la evaluación de las etapas anteriores revele que puede pasarse a la siguiente sin existencia de riesgos” (Reino de España, 2003, 16214).

Esta aproximación a la seguridad de los OMG muestra el intento de “reorientar” el problema de los transgénicos hacia las posibles aplicaciones de la biotecnología agrícola y alimentaria. La regulación se centraría en las consecuencias concretas de las aplicaciones concretas de la biotecnología, esto es, en los casos y en su análisis detallado. No hay una consideración de cuestiones de carácter más fundamental, como pueden ser la viabilidad científica, la política del control y gestión de unos riesgos que aún desconocemos (riesgos ecológicos, por ejemplo), o la de la estructura económico-política asociada al desarrollo de esta tecnología. La regulación se aplica preferentemente al cálculo de los riesgos, costos y beneficios

derivados de las aplicaciones de la biotecnología. El mismo enfoque prevalece al considerar, más allá del riesgo sanitario o ambiental, la regulación de algunos aspectos éticos y socioeconómicos que rodean al problema (Persley *et al.*, 2002, 10).

Algunos autores han insistido en la necesidad de aplicar también este enfoque “caso por caso” en el estudio de las percepciones públicas de la biotecnología. Así, criticando los estudios tradicionales por excesivamente generalistas y poco precisos, proponen la focalización de los cuestionarios que miden la opinión pública de los OMG en los aspectos específicos que potencialmente ofrecen las biotecnologías, para articular, de esta manera, la matriz de factores que modulan la percepción pública (confianza y comprensión social; riesgos y beneficios; intereses; racionalidad y valores) en cada caso específico (Muñoz, 2002, 2003). En definitiva, la evaluación y la gestión científico-social de la biotecnología deben realizarse también de un modo acotado, caso a caso, debido a la complejidad del problema y a la necesidad de llevarlas a cabo en situaciones muy precisas (Muñoz, 1998).

Sin desconsiderar la pertinencia y la relevancia de este tipo de estudios que procuran análisis detallados de contextos de implementación práctica de la

biotecnología, a nuestro juicio, ellos requieren ser complementados con otros de carácter más comprehensivo.

3.2. El todo no es la suma de sus partes

La focalización en aspectos concretos y localizados en el análisis de los distintos desarrollos científico-tecnológicos ha sido una constante de los estudios sociales de la ciencia, que han querido lograr así un rigor metodológico y una precisión explicativa de la que carecerían los estudios macro de otras tradiciones, como la de orientación marxista o de las diversas “humanistas”.

Autores como Radder (1992, 150-155) han criticado este empeño de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología por centrarse en lo *local*, esto es, por subrayar el carácter local y situado bajo situaciones específicas de acción de los hechos y artefactos tecnológicos. Según esta visión, la validez del conocimiento científico y el funcionamiento de los artefactos tecnológicos dependen completamente de los rasgos idiosincrásicos de la situación local en la cual se constituyen el conocimiento y los artefactos. Las reglas no-locales no serían más que retrospectivas *ad hoc* que funcionarían como elementos explicativos-racionalizadores de una

realidad localmente constituida.

Radder crítica el encubrimiento de los patrones o continuidades más abarcadoras que, a su juicio, se encuentran en el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Ellos son, por ejemplo, la naturaleza experimental de una gran parte de la ciencia moderna, la militarización de la ciencia y la tecnología, o la creciente importancia de la ciencia y la tecnología en nuestras sociedades a partir de la segunda mitad del siglo XX. Estas regularidades, de carácter históricamente contingente, pueden cambiar, reproducirse, reforzarse o debilitarse. En todo caso, expresan la idea de continuidad, de regularidad, más allá de desarrollos únicamente guiados por la contingencia y la constitución localizada.²

En esa dirección se sitúan algunos estudios que consideran explícitamente las *características constituyentes* del desarrollo científico-tecnológico. Así, por ejemplo, Beck (1986) analiza un rasgo que es considerado definitorio de las sociedades industriales modernas: el riesgo. El estudio del riesgo y de su emergencia moderna no se presenta como un análisis accesorio del desarrollo científico en nuestras

sociedades, sino como un aspecto definitorio de la racionalidad científico-tecnológica, política, económica y jurídica, propia de la modernidad industrial. De manera semejante, Perrow (1984) estudia la constitución de los sistemas sociotécnicos, cuyas propiedades intrínsecas hacen del riesgo catastrófico una característica propia —“normal”, dice él— de esos mismos sistemas. Otros análisis, como el de Winner (1986), se centran en los mecanismos político-económicos subyacentes a las sociedades capitalistas y a su incidencia en el desarrollo científico y tecnológico.

Estos análisis tratan de ofrecer imágenes que capten algunos aspectos que consideran definitorios o genuinos (en el sentido de constituyentes) de la ciencia y la tecnología modernas. En nuestro caso esa orientación procurará aclarar alguna o algunas de las características definitorias de los procesos de gestión científico-social de la ciencia y la tecnología, centradas en el ámbito de las plantas transgénicas. Para ello, comenzaremos analizando el tratamiento institucional y académico de la percepción y de las preocupaciones públicas de la biotecnología agroalimentaria.

² Para ahondar más en esta crítica al enfoque dominante localista de los estudios sociales de la ciencia, y profundizar en las argumentaciones favorables a un enfoque más comprensivo que considere las continuidades y regularidades en las trayectorias científico-tecnológicas, económicas y políticas, véanse Russell (1986) y Winner (1995).

4. La percepción pública de la biotecnología: de las emociones a los hechos

La recepción que el público europeo tuvo de los organismos modificados genéticamente aplicados a la agricultura y a la alimentación ha sido bastante negativa. Una explicación de este hecho ha sido la pretendida carencia de conocimiento público acerca de los riesgos y los beneficios reales de los transgénicos. Este modo de entender las cosas responde al modelo de "déficit cognitivo" como explicación de las reticencias públicas ante el desarrollo científico-tecnológico. Según este modelo de déficit cognitivo, cuanto mayor es el desconocimiento público acerca de determinada innovación tecnológica, mayor es la resistencia pública a esa innovación, resistencia basada en la ignorancia científica y en temores infundados (cf. Yriart, 1998).

Este modelo de déficit cognitivo ha predominado en las dos últimas décadas en la interpretación de las reacciones sociales y en el diseño de políticas públicas tendentes a mejorar los índices de aceptabilidad de las innovaciones, a través de estrategias de difusión científica. Sin embargo, el modelo es criticable. Así, y en el caso de las aplicaciones agroalimentarias de la biotecnología, dos de los países más optimistas al respecto son España y

Portugal, países justamente no bien informados científicamente. Los países más avanzados, como Austria o Francia, son los que mantienen una postura más firme y opuesta al desarrollo de las plantas transgénicas.

Parece ser, por lo tanto, que las posturas más contrarias se corresponden con los sectores públicos más culturizados y formados, en contra de lo que mantiene el modelo de déficit. Lo que esto implica es que el grado de conocimiento del que dispone una persona o grupo de personas no determina la aceptabilidad de aquello que se percibe. Ante esta situación, la estrategia de las instituciones oficiales y de muchos analistas de la percepción pública de la ciencia y la tecnología ha sido la de destacar aquellos otros elementos (además del cognitivo) que intervienen en la conformación de las reacciones públicas al desarrollo científico-tecnológico.

Estos elementos son, por ejemplo, la confianza en los actores sociales involucrados en la innovación, los intereses sociales y los valores culturales o racionalidades del público, las preocupaciones de tipo ético (ligadas a los valores), etc. Esto es, muchos análisis han procurado mostrar que estos factores de carácter sociocultural son los que verdaderamente determinan la percepción pública de la biotecnología aplicada a alimentos y plantas

transgénicos (ESRC, 1999; Moreno Muñoz e Iáñez Pareja, 1997).

Ciertamente, la importancia de los factores socioculturales en la conformación de las distintas percepciones públicas de la ciencia y la tecnología (sus riesgos, beneficios, etc.) está ampliamente documentada en la literatura (véase, por ejemplo, Douglas, 1985). Sin embargo, tampoco debe caerse en el error de suponer que la preocupación pública carezca de base cognitiva o epistémica, y que únicamente se centre en aspectos de carácter ético, social, etc. De hecho, se corre el riesgo de, una vez desechado el modelo de déficit cognitivo, adoptar el modelo de lo que denominaremos “superávit emotivo”, entendiendo “emotividad” en sentido amplio, esto es, aquellos aspectos relacionados con las creencias, intereses, valores, etc., que se mueven alrededor de las aplicaciones científico-tecnológicas.

Esta disociación entre lo científico y lo social, o lo intelectual y lo emotivo, parece dominar en el modo en cómo se analizan las percepciones públicas tanto desde el ámbito oficial como desde el académico. El problema de la percepción pública se estructura a partir de esta dicotomía entre ciencia y sociedad. Así, el problema se concibe como relativo a la gestión social de la opinión pública, de un público que al parecer

se preocupa por las implicaciones éticas, sociales, etc., de la agricultura biotecnológica. Mediante este discurso “eticista” las implicaciones de las perspectivas dominantes en ciencia y política resultan inaccesibles a la crítica pública, ya que lo cuestionable sería únicamente una serie de aplicaciones y sus consecuencias sociales. Este enfoque olvida el hecho de que el público llega a cuestionar abiertamente la misma capacidad científica y política de evaluación y gestión de riesgos. Esto es, lo que se cuestiona es todo un marco de control institucional, que asegura ser capaz de configurar espacios de seguridad aceptables (Wynne, 2001).

En un estudio empírico (Sjöberg, 2001), el autor argumenta incluso la escasa importancia del factor confianza en la constitución de las percepciones públicas en ciencia y tecnología, por más que en el plano teórico la importancia de la confianza en la modulación de percepciones públicas se tome como algo dado; en realidad, concluye, la relación entre la confianza y el riesgo percibido es débil. Sjöberg considera, en cambio, que el factor explicativo más relevante al calibrar la resistencia pública se debe a la creencia del público de que existen, y podrían manifestarse, efectos desconocidos de la ciencia-tecnología. El público se muestra así escéptico ante la

completud del conocimiento experto sobre los posibles efectos derivados de las implementaciones científico-tecnológicas. De hecho, en un informe sobre las percepciones públicas de las biotecnologías agrícolas, elaborado por iniciativa de la Comisión Europea, se subraya el hecho de que muchas de las controversias giran en torno al reconocimiento público de la existencia de incertidumbres que los cuerpos de control expertos no consideran en profundidad (Marris *et al.*, 2001, 59-61).

Esta recuperación del elemento epistémico no debiera conducirnos, sin embargo, a minimizar la importancia del factor confianza en la explicación de las posturas públicas ante la ciencia y la tecnología. Ello a condición de concebir la confianza no como una disposición ya fijada en los individuos o en las instituciones a confiar, sino como una componente que se integra en el proceso interactivo que comprende a las instituciones expertas y al público, y a través del cual se configuran los diversos espacios de (des)confianza que emergen a raíz de las imposición de modelos expertos de controlabilidad y de seguridad que el público percibe como ajenos e irreales. El público acepta el estado de cosas ya que se encuentra en una situación de dominación social que en realidad fundamen-

ta la confianza pública en la inviabilidad social, económica e incluso psicológica de cualquier otra situación. Este concepto relacional, más completo de confianza, permite integrar los aspectos epistémicos y sociales que están en juego en los procesos de percepción pública (Wynne, 1996).

Esta integración procura otra perspectiva diferente de las dominantes que venimos considerando, y que hacen inaccesibles los discursos y modos de acción institucionales al abordaje del problema en toda su complejidad. En un informe sobre la percepción pública de la biotecnología agroalimentaria se recogía, por ejemplo, que:

La biotecnología es una fuente continua de novedades porque avanza a un ritmo cada vez más acelerado y porque abre un abanico de posibilidades futuras. [...] Frente a estos cambios, cada individuo, según su personalidad y formación, se predispone a favor o en contra, independientemente de su contenido, únicamente por el hecho de que representan un cambio. En el caso de la biotecnología, además de esta percepción individual, hay toda una serie de factores que influyen en la percepción colectiva y que hacen que sea muy variada y difícil de analizar y generalizar (Camps y Giralt, 2002, 28).

En este texto, por una parte, la preocupación pública se limita claramente o bien a factores ínti-

mos o a factores de tipo colectivo (intereses sociales, valores, etc.) que modulan la percepción pública. Por otra parte, la serie de factores a la que se alude, y la complejidad de éstos, hacen del problema algo de muy difícil generalización, por lo que se aboga, implícitamente y en consecuencia, por desarrollar políticas de carácter situado que enfoquen la problemática a partir de sus consecuencias e implicaciones concretas. Finalmente, se da por supuesto que la respuesta pública al desarrollo biotecnológico se debe al "hecho de que representen un cambio". Sin embargo, lejos del temor al cambio, de una preocupación por lo novedoso, el público muestra una actitud negativa hacia una cultura económica e institucional que materializa *de facto* una serie de aplicaciones. Así, no se cuestiona tanto el cambio que conllevan ciertos desarrollos científico-tecnológicos, sino la rigidez científico-institucional y la imposición de proyectos que se tornan incuestionables, más allá del discurso de la ética y de la esfera íntima. Dicho de otro modo: lo que se cuestiona no es tanto una serie de aplicaciones aisladas, un conjunto de *potencialidades*, sino la misma *actualidad* de un fenómeno recurrente, es decir, la cuasi-inevitabilidad del desarrollo científico-tecnológico en alianza con unas posturas política y económicamente domi-

nantes. Es su actualidad, esto es, el reconocimiento mismo de esa realidad, lo que se cuestiona.

5. Más allá de la casuística: incertidumbre y seguridad de los OMG

En la sección anterior se ha considerado una de las mayores preocupaciones públicas respecto del desarrollo de la biotecnología agroalimentaria: la persistencia de una profunda carencia de conocimiento sobre las consecuencias de ese desarrollo para la salud humana y el medio ambiente. En este sentido, la propia Ley española 9/2003, basada a su vez en los principios del marco regulador europeo, se hace eco de esa constatación de no-conocimiento, al dictar explícitamente que

[...] la Ley [...] establece la obligación de llevar a cabo un seguimiento y control de los organismos modificados genéticamente o de los productos que los contengan, con el fin de identificar, cuando ya estén autorizados, cualquier efecto adverso que puedan producir en la salud humana o el medio ambiente; [...] (Reino de España, 2003, 16215).

En este pasaje se viene a reconocer el *carácter experimental* de la biotecnología agroalimentaria. Esta constatación desacredita implícitamente la capacidad preventiva del análisis de riesgos, ya

que acentúa la imposibilidad de determinar previamente el riesgo (y, por tanto, su aceptabilidad). O dicho de otro modo: el alcance del riesgo únicamente puede llegarse a conocer una vez implementada la tecnología, esto es, cuando ya fue aceptada para su comercialización.

Este carácter experimental de la tecnología transgénica se evidencia profundamente en lo que concierne a los efectos ecológicos que su implantación pudiera inducir, debido a la complejidad inherente a los sistemas naturales. En este sentido, el caso de los cultivos Bt —esto es, de aquellos cultivos o plantas que expresan proteínas con propiedades insecticidas que producen las distintas subespecies de la bacteria *Bacillus thuringiensis*—, puede servirnos de ejemplo para ilustrar esta idea. Consideraremos, en concreto, el hecho de que la agencia reguladora estadounidense EPA (*Environmental Protection Agency*) base la determinación de los riesgos ecológicos de estos cultivos Bt en métodos científicos indirectos. Uno de esos riesgos, que es al que nos referiremos a continuación, es el de la introgresión transgénica de estos cultivos Bt.³

Si se diera una introgresión satisfactoria del transgen hacia poblaciones de plantas salvajes, podría producirse una persistencia de largo alcance no intencionada del Bt en el medio ambiente. La presencia del Bt en plantas salvajes podría tener un impacto negativo sobre los ecosistemas si se redujera la capacidad herbívora de los insectos, dando como resultado un aumento de malas hierbas entre ciertas poblaciones de cultivos. La ciencia, sin embargo, no puede predecir con seguridad el grado en el cual los genes migrarán satisfactoriamente hacia poblaciones salvajes y causarán efectos ecológicos negativos. Ante esta situación, la EPA afronta los riesgos por hibridación a través de métodos indirectos, extrapolando la probabilidad de introgresión genética a partir del conocimiento obtenido acerca de la compatibilidad sexual entre cultivos y plantas salvajes, y de información obtenida en puntos de proximidad geográfica entre grandes áreas de cultivo y zonas habitadas por plantas salvajes (Murphy y Krimsky, 2003, 135s).

Este reconocimiento de las limitaciones de la evaluación científica de riesgos ha supuesto

³ La introgresión es la transferencia de genes de una población a otra, a través de la hibridación seguida por el retrocruzamiento, y comúnmente se refiere a la transferencia de genes desde una especie a otra, o entre subespecies que están aisladas geográficamente (Maynard 1996).

para el caso europeo, tal como se vio en la Ley española 9/2003, una regulación que promueve el seguimiento científico poscomercialización de los cultivos transgénicos. Esto implica un reconocimiento explícito de las incertidumbres sistemáticas que rodean a las aplicaciones biotecnológicas agroalimentarias tanto en el ámbito humano como ecológico.

Para el caso de los desequilibrios ecológicos que la liberación masiva de organismos modificados genéticamente en el ambiente pudiera provocar, se asume que el comportamiento de los sistemas ambientales complejos "alterados" puede llegar a comprenderse únicamente a través de la aplicación efectiva en el mundo real de esos cultivos transgénicos. Esto es, más allá del espacio confinado y controlado del laboratorio, el seguimiento para los cultivos transgénicos adopta el carácter de un ensayo de campo permanente en un mundo real mucho más complejo (Todt, 2002, 101-103). Esto significa que la evaluación de riesgos se prolonga en el tiempo y en el espacio de tal manera que obtiene de la aplicación efectiva su mejor fuente de información. Así, la experimentación en el laboratorio prosigue en la experimentación siconatural, a "escala real", de las nuevas tecnologías funcionando bajo condiciones no ideales.

Este contexto de innovación plantea una serie de incertidumbres en torno a la seguridad, efectividad y viabilidad de los cultivos transgénicos, que demandan una investigación "sobre el terreno" que aporte más conocimiento sobre su funcionamiento, siendo éste el *único* modo de aprender. Pero un mayor conocimiento sobre estos sistemas no eliminará nuestro desconocimiento acerca de ellos; al contrario, será el propio proceso el que irá revelando constantemente todo lo que desconocemos en la manipulación de sistemas complejos tales como organismos vivos y ecosistemas en los cuales esos organismos son diseminados (Krohn y Van den Daele, 1998, 208-217).

Este carácter experimental de la biotecnología se presenta como una característica *constituyente* del contexto innovador biotecnológico, y cuestiona muy seriamente la perspectiva casuística aplicada a la supuesta determinabilidad de los riesgos sanitarios y ecológicos caso-por-caso. De hecho, esta característica experimental ha sido identificada anteriormente como un rasgo esencial de las innovaciones científico-tecnológicas de nuestras sociedades, en general (Beck, 1988, 219-229; Krohn y Weyer, 1994).

La inclusión del mandato para un seguimiento científico

poscomercialización se atiene al reconocimiento de las instituciones europeas de la incertidumbre, y a la necesidad de desarrollar mecanismos de gestión de ese no conocimiento. Responde, más concretamente, a la centralidad del principio de precaución en la conformación de políticas medioambientales, sanitarias y de seguridad alimentaria en la Unión Europea (Comisión Europea, 2000). El principio de precaución cuestiona las medidas clásicas del derecho administrativo y los mecanismos de regulación de tecnologías, que se preocupan de los riesgos únicamente cuando son evidentes o cuando el daño ya se ha producido (Bárcena y Schütte, 1997, 15), ya que aboga por una toma en consideración precoz de aquellos riesgos potenciales cuya misma existencia es incierta y cuyo impacto puede ser muy grave o incluso irreversible (Godard, 2001).⁴

Sin embargo, ese mismo reconocimiento regulatorio de la incertidumbre implica, en su interpretación práctica para la biotecnología agroalimentaria, una “laborización” de la sociedad. Es más: ni siquiera la efectividad y validez de una evaluación y gestión efectiva de riesgos está garantizada, dada la progresivamente creciente introducción de OMG en el ambiente y en la cadena alimentaria humana. Es difícil imaginar cómo los mecanismos de gestión científico-institucionales serían capaces de implementar medidas revocatorias que debieran aplicarse prácticamente a lo largo y ancho de todo el mundo. Más difícil aún si tenemos en cuenta que nos enfrentamos no a un peligro potencial “localizable” espacio-temporalmente (una planta química, una central nuclear, etc.), sino a uno cuyo radio de acción influiría a millones de consumidores⁵ y al entorno ecosistémico mundial.

⁴ La que tal vez sea la formulación más conocida e influyente del principio de precaución se produjo en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en 1992 en Río de Janeiro. El principio de precaución era incluido en el principio 15 de la Declaración de Río, como uno de los principios de derechos y obligaciones generales de las autoridades nacionales:

Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deben aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no debe utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente (citado en Comisión Europea 2000, 122).

⁵ La situación se agrava si consideramos que algunos análisis han llegado incluso a denunciar el escaso número de estudios experimentales sobre los potenciales efectos adversos de los OMG sobre la salud humana, que puedan servir de base para justificar el carácter aceptablemente seguro de esos productos (Domingo Roig y Gómez Arnáiz 2000).

En suma, lo que está en juego no es la viabilidad de tal o cual aplicación en sus contextos ético, económico, social o de incertidumbre dolosa, sino la posibilidad real, o no, de analizar críticamente un modelo de desarrollo basado en lo que se ha convertido ya en un sector estratégico clave en nuestras sociedades, como es el que representan las ciencias y las técnicas de la vida. Dicho de otro modo:

Renunciar totalmente a la biotecnología equivaldría a renunciar en buena medida al progreso en campos tan variados como la medicina, la agricultura o la industria. Si esta renuncia se diera localmente, es decir solo en España o en el conjunto de los países de la Unión Europea, manteniéndose el apoyo a la biotecnología en otros países, como, por ejemplo, Estados Unidos, supondría, además, una pérdida de competitividad clara de nuestra industria, así como una pérdida de prestigio de nuestras universidades (Camps y Giralt, 2002, 33).

Esto es, la consideración de la trayectoria de cualquier innovación científico-tecnológica ha de tener en cuenta que está poniendo también en el punto de mira toda una cultura del progreso encarnada en la inevitabilidad del desarrollo científico-tecnológico, una "cuasi-necesidad" fortalecida por el contexto económico-institucional que promueve ese desa-

rollo. Discutir la agricultura biotecnológica implica cuestionar una realidad ya incuestionable, puesto que las ciencias y técnicas de la vida están llamadas a ser, ni más ni menos, una de las áreas científicas (y económicas) del siglo XXI. El reconocimiento de este hecho debe informar cualquier análisis profundo del desarrollo biotecnológico. Debe informar, particularmente, los análisis éticos o evaluativos de ese desarrollo. En este sentido, resulta de indudable interés la comprensión de que las instancias científico-institucionales hayan optado por racionalizar los riesgos de la biotecnología agroalimentaria en un marco de acción que *experimenta socialmente* la determinación de la seguridad, modificando drásticamente los marcos de conducta anteriores, fundamentados en el *dictum* de la producción de seguridad aceptable.

Bibliografía

- Bárcena, I. y Schütte, P. (1997), "El principio de precaución medioambiental en la Unión Europea. Aspectos jurídico-políticos", *Revista de Derecho Ambiental* 19, pp. 13-42.
- Beck, U. (1986), *La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad*, Barcelona, Paidós, 1998.
- Beck, U. (1988), *Políticas ecológicas en la edad del riesgo*, Barcelona, El Roure, 1998.

- Camps, V. y Giralt, E. (2002), *Percepción social de la biotecnología*, Barcelona, Fundació Víctor Grifols i Lucas y Centre de Referència en Biotecnologia (CERBA) (www.grifols.com/fundacio/interior/Biotecnologia.pdf).
- Comisión Europea (2000), "Comunicación de la Comisión Europea sobre el recurso al principio de precaución", *Revista de Derecho Ambiental* 25, pp. 95-126.
- Domingo Roig, J. L. y Gómez Arnáiz, M. (2000), "Riesgos sobre la salud de los alimentos modificados genéticamente: una revisión bibliográfica", *Revista Española de Salud Pública* 74(3), pp. 255-261.
- Douglas, M. (1985), *La aceptabilidad del riesgo según las ciencias sociales*, Barcelona, Paidós, 1998.
- ESRC, Global Environmental Change Programme (1999), *The Politics of GM Food: Risk, Science and Public Trust*. Special Briefing No. 5, University of Sussex (www.sussex.ac.uk/Units/gec/gecko/gec-gm-f.pdf).
- Godard, O. (2001), "Principe de précaution", en Hottois G. y Missa J. N. (eds.), *Nouvelle encyclopédie de bioéthique*, Bruselas, De Boeck Université, pp. 650-658.
- Ibarra, A. y Todt, O. (2002), "Presentación: una mirada desde el norte", en Brac de la Perrière R. A. y Seuret, F., *Plantas transgénicas: la amenaza del siglo XXI*, Tafalla / Montevideo, Editorial Txalaparta / Ediciones Trilce, pp. 9-38.
- Krohn, W. y Van den Daele, W. (1998), "Science as an Agent of Change: Finalization and Experimental Implementation", *Social Science Information* 37(1), pp. 191-222.
- Krohn, W. y Weyer, J. (1994), "Society as a Laboratory: The Social Risks of Experimental Research", *Science and Public Policy* 21(3), pp. 173-183.
- Marris, C.; Wynne, B.; Simmons, P. y Weldon, S. (2001), *Public Perceptions of Agricultural Biotechnologies in Europe (PABE Final Report)*, Bruselas, Comisión Europea (www.lancs.ac.uk/depts/ieppp/pabe/docs/pabe_finalreport.pdf).
- Maynard, C. (1996), *Glosario de genética forestal* (www.genfys.slu.se/s-taft/dagl/Glossaries/Glosario.doc).
- Moreno Muñoz, M. y Iáñez Pareja, E. (1997), "Elementos para la resolución de controversias en el debate sobre biotecnología y sociedad", en Rodríguez Alcázar, F. J.; Medina Doménech R. M. y Sánchez Cazorla J. A. (eds.), *Ciencia, tecnología y sociedad: contribuciones para una cultura de la paz*, Granada, Universidad de Granada, pp. 289-313.
- Muñoz, E. (1998), "La complejidad de la biotecnología y la percepción pública: una inevitable relación", *Quark* 12, pp.14-18 (www.imi-m.es/quark/num12/012014.htm).
- Muñoz, E. (2002), *La cultura científica, la percepción pública y el caso de la biotecnología*, Grupo de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CSIC). Documento de Trabajo 02-07 (www.iesam.csic.es/doc-trab2/dt-0207.pdf).
- Muñoz, E. (2003), *Problems in the Analysis of the Public's Perception of Biotechnology, Europe and its Contradictions*, Grupo de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CSIC), Documento de Trabajo 03-03 (www.iesam.csic.es/doc-trab2/dt-0303.pdf).
- Muñoz, E. y Rodríguez, H. (eds.) (2004), *Plantas transgénicas: las caras contrapuestas del progreso*, Donostia, Erein (en prensa).

- Murphy, N. y Krinsky, S. (2003), "Implicit Precaution, Scientific Inference, and Indirect Evidence: The Basis for the US Environmental Protection Agency's Regulation of Genetically Modified Crops", *New Genetics and Society* 22(2), pp. 127-143.
- Perrow, C. (1984), *Normal Accidents. Living with High-Risk Technologies*, Princeton (N.J.), Princeton University Press, 1999.
- Persley, G. J.; Peacock, J. y Van Montagu, M. (2002), *Biotechnology and Sustainable Agriculture*, ICSU Series on Science for Sustainable Development Nº 6 (www.icsu.org/Library/WSSD-Rep/Vol6.pdf).
- Radder, H. (1992), "Normative Reflections on Constructivist Approaches to Science and Technology", *Social Studies of Science* 22(1), pp. 141-173.
- Reino de España (2003), "Ley 9/2003, de 25 de abril, por la que se establece el régimen jurídico de la utilización confinada, liberación voluntaria y comercialización de organismos modificados genéticamente", *Boletín Oficial del Estado*, Nº 100 (26-04-2003), 16214-16223 (www.boe.es/boe/dias/2003-04-26/pdfs/A16214-16223.pdf).
- Russell, S. (1986), "The Social Construction of Artefacts: A Response to Pinch and Bijker", *Social Studies of Science* 16, pp. 331-346.
- Sjöberg, L. (2001), "Limits of Knowledge and the Limited Importance of Trust", *Risk Analysis* 21(1), pp. 189-198.
- Todt, O. (2002), *Innovación y regulación: la influencia de los actores sociales en el cambio tecnológico. El caso de la ingeniería genética agrícola*, Valencia, Universitat de Valencia (Tesis Doctoral).
- Trigueros, G. (2004), "Visiones críticas de los consumidores acerca de las plantas transgénicas", en Muñoz E. y Rodríguez H. (eds.), *Plantas transgénicas: las caras contrapuestas del progreso*, Donostia, Erein (en prensa).
- Winner, L. (1986), *La ballena y el reactor: una búsqueda de los límites en la era de la alta tecnología*, Barcelona, Gedisa, 1987.
- Winner, L. (1995), "Constructivismo social. Abriendo la caja negra y encontrándola vacía", en Iranzo J. M.; Blanco, J. R.; González de la Fe T., Torres, C. y Cotillo, A. (comps.), *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), pp. 305-318.
- Wynne, B. (1996), "May the Sheep Safely Graze? A Reflexive View of the Expert-Lay Knowledge Divide", en Lash, S., Szerszynski, B. y Wynne B. (eds.), *Risk, Environment & Society, Towards a New Ecology*, Londres, Sage, pp. 44-83.
- Wynne, B. (2001), "Creating Public Alienation: Expert Cultures of Risk and Ethics on GMOs", *Science as Culture* 10(4), pp. 445-481.
- Yriart, M. F. (1998), "CPCT-Berlín: una década de estudios sobre comunicación social de la ciencia", *Quark* 13 (www.imim.es/quark/num13/013012.htm). □

Animales transgénicos y otras yerbas

Susana E. Sommer *

Resumen

Las plantas y animales transgénicos, como otros avances tecnológicos han generado grandes discusiones. El mundo parece estar dividido entre los que están a favor de los alimentos y de las semillas genéticamente modificados y los que les temen, los que creen que van a resolver el hambre del mundo y los que dudan que esto se logre con las plantas y animales transgénicos, por lo que me propongo señalar algunos de los problemas que aparecen como consecuencia de esta tecnología. Para esto se analizan algunos casos como tomate o algodón, usos de animales y plantas transgénicas, etiquetado, patentes y alergias.

Palabras clave: plantas y animales genéticamente modificados – biotecnología – consecuencias – riesgos y beneficios.

Introducción

La capacidad de la biotecnología de transferir genes entre e intra especies de plantas, animales y producir cambios y nuevas formas de vida en un corto período de tiempo es totalmente novedosa en la historia de la evolución de los organismos vivos. Sin embargo, si nos atenemos a su definición, como "la técnica que usa organismos vivos o parte de éstos para fabricar o modificar productos, mejorar plantas o animales o desarrollar microorga-

nismos para propósitos específicos", la biotecnología está presente en la fabricación del pan o la cerveza desde hace mucho.

En la actualidad vemos desvanecerse los límites entre la biotecnología, la industria farmacéutica, la agroindustria y la fabricación de alimentos o cosméticos. El denominador común es la biología. Así, vemos que se hacen ensayos de medicamentos en vegetales o animales, o que se fabrican papas transgénicas para desarrollar vacunas orales. Se crean variedades de maíz, soja,

* Universidad de Buenos Aires, CIF (Centro de Investigaciones Filosóficas, miembro del Consejo Directivo de FAB (International Network on Feminist Approaches to Bioethics). E-mail: susommer@mail.retina.ar

colza y algodón resistentes ya sea a un herbicida, a un insecto o a algún hongo luego de haber sido “injertadas” con genes. También se obtuvo una variedad de arroz de granos color amarillento pálido (*golden rice*) que lleva un precursor de la vitamina A, cuya ausencia produce ceguera en cientos de miles de niños por año.

La resistencia a los herbicidas es la característica más utilizada en las variedades de cultivos transgénicos. Los cultivos resistentes a estos herbicidas son desarrollados por las mismas compañías agroquímicas que producen los herbicidas, por lo que el uso de estas semillas genera simultáneamente demanda de herbicidas.

La primera mención a la forma en que los pesticidas sintéticos afectan la vida en el planeta fue hecha por Rachel Carson, en su libro *Silent Spring*, donde señala que la concentración en el ambiente de los pesticidas tóxicos y persistentes como DDT, aldrin y dieldrin ha aumentado (y pensar que en un momento se consideraba un mérito la persistencia del DDT). Carson cree que es deber del gobierno la regulación del uso y fabricación de las sustancias químicas sintéticas, propone la necesidad de leyes ambientales y refuta la noción de que la contaminación es el precio ineludible del progreso. La concepción del ambiente como una

red interrelacionada de tierra, aire, agua y seres vivos, lleva a la creación de la EPA (Environmental Protection Agency) en 1970 —a partir de los cuestionamientos de Carson— con el propósito de la “protección, desarrollo y el acrecentamiento del ambiente total”. Actualmente esta misma agencia federal está relacionada con la regulación del uso de los organismos genéticamente modificados.

Las plantas transgénicas y los animales “genéticamente modificados” poseen un gen extraño, proveniente de otros organismos, en muchos casos de bacterias, que debe integrarse en forma estable y luego expresarse. Las interacciones de este nuevo gen y su medio no son siempre predecibles.

Las plantas transgénicas más cultivadas son en primer lugar la soja; le siguen el maíz, el algodón y la colza. El principal país productor de soja es Estados Unidos, que cultiva aproximadamente la mitad de la cosecha mundial (Shulman, 1999); otros grandes productores son la Argentina, el Brasil y China. En 1996 se producían en la Argentina 12 millones de toneladas, mientras que durante el año 2003 la cosecha trepó hasta el récord de 35 millones.

Las plantas y los animales transgénicos, como otros avances tecnológicos, han generado grandes discusiones. El mundo parece estar dividido entre los

que están a favor de los alimentos y de las semillas genéticamente modificados y los que les temen; los que creen que van a resolver el hambre del mundo y los que dudan de que esto se logre con las plantas y animales transgénicos, por lo que me propongo señalar algunos de los problemas que aparecen como consecuencia de esta tecnología.

Animales transgénicos

1. Como fábricas de medicamentos

Un objetivo de la investigación en animales transgénicos es la producción de proteínas adicionales en la leche de mamíferos en particular proteínas que puedan ser usadas como medicamentos. Una hembra de mamífero puede producir en su leche mucho más proteínas de las que se pueden obtener en un fermentador con bacterias genéticamente manipuladas (Baraño, 2001). En este caso los animales funcionan como fábricas: producen proteínas dentro de la sangre o en la leche, luego del agregado de algún gen humano.

Las cabras, ovejas o vacas se transforman en eficientes fábricas vivientes donde se producen medicamentos. También la

leche puede funcionar como alimento con un contenido aumentado de vitaminas u otros suplementos dietéticos.

Así, por ejemplo, se lograron vacas que producen lactoferrina o insulina, y cabras que fabrican antiprotrombina, una sustancia que controla la coagulación de la sangre. En Escocia, en el Instituto Roslin (que es donde se creó a Dolly), lograron ovejas que producen alfa-antitripsina humana, una sustancia que podría ser útil para los pacientes con fibrosis quística. Hay compañías que quieren fabricar anticuerpos en la leche de cabras, en tanto otras buscan usar ovejas transgénicas para producir proteínas humanas para tratar enfisemas.

No es fácil obtener animales transgénicos, ya que son necesarios muchos intentos para lograr éxito, y el costo es alto, pero indudablemente tienen un gran valor potencial. Anteriormente algunos de los medicamentos mencionados eran extraídos de la sangre humana o se obtenían en cultivos celulares pero las cantidades obtenidas eran muy pequeñas; en cambio, con los animales transgénicos (cabras, ovejas, cerdos, vacas) se puede obtener cantidades notablemente mayores.

El desarrollo de la clonación y la obtención de Dolly¹ esta rela-

¹ Hanson (1999).

cionada con la posibilidad de que una vez obtenido un animal capaz de fabricar una cierta sustancia podamos copiarlo para seguir produciendo el mismo animal que fabrique la misma sustancia. Es decir, podemos obtener rebaños de animales idénticos que producen un mismo producto. Así, en julio de 1997 nació Polly, la primera oveja clon y transgénica y en su leche se encuentra el factor IX, que se usa para tratar un tipo de hemofilia. En Argentina, a partir de un proyecto conjunto entre el Instituto de Ingeniería Genética y de Biología Molecular, el laboratorio del Dr. Marcelo Rubinstein, el Laboratorio del Dr. Lino Barañao, la Facultad de Ciencias Veterinarias, una empresa de transferencia de embriones y la empresa Biosidus se inició en 1996 un proyecto de producción de animales transgénicos para obtener clones que en su leche tengan proteínas de uso farmacológico (Barañao, 2001).

Una de las ventajas de este tipo de biorreactores o fábricas es que permite extraer las drogas o remedios sin que sea necesario sacrificar los animales. Este es un tema notoriamente distinto al de desarrollar cerdos para obtener órganos para trasplantes humanos. El desarrollo de animales genéticamente modificados en nuestro país podría permitir el de-

sarrollo de industrias más sofisticadas y que ciertas compañías produzcan medicamentos en vez de solo producir leche o carne.

También parece estar en desarrollo una gallina transgénica.² La idea es que por manipulación genética los huevos lleven algunas sustancias para ser usadas en el tratamiento de tumores. Estas gallinas son desarrolladas por un proyecto conjunto del Instituto Roslin y una firma estadounidense especializada en el desarrollo de nuevas terapias anticáncer.

Es evidente que el desarrollo de animales transgénicos como productores de drogas terapéuticas se percibe como menos conflictivo que otras aplicaciones y produce beneficios más claros al cumplir necesidades médicas definidas. Y es así como la investigación para desarrollar animales genéticamente modificados para producir drogas continúa en todo el mundo.

2. Para trasplantes

El trasplante de órganos es una técnica que se ha desarrollado con relativo éxito en los últimos años, aunque a medida que su uso se generaliza se torna notoria la escasez de órganos. Para resolver este problema se comenzó a pensar en la posibilidad de ob-

² "Una gallina transgénica con huevos anticáncer", *La Nación*, 4 de diciembre de 2000.

tener animales que produzcan órganos con este fin. Esto es lo que se conoce con el nombre de *xenotrasplante*, es decir, el proceso de trasplantar órganos, tejidos y células entre especies diferentes. La biotecnología podría lograr que los xenotrasplantes sean exitosos si se logra evitar el rechazo que normalmente produce el cuerpo humano a los cuerpos extraños.

Es claro que esta técnica presenta diversos inconvenientes, el primero es el de los rechazos, ya que si esto ocurre cuando los trasplantes son dentro de la misma especie, es de suponer que en el caso de los xenotrasplantes habrá aún más. Otro de los problemas es encontrar animales cuyos órganos tengan un tamaño adecuado y cuya cría no sea demasiado problemática. Actualmente se está trabajando con cerdos debido a que se reproducen rápidamente, a que existe mucha experiencia con respecto a su crianza, y a que sus órganos tienen el tamaño adecuado; para camuflar o disimular la naturaleza extraña de estos órganos se los "humaniza", por medio de la ingeniería genética.

Esta técnica conlleva un riesgo, que no es menor, como el de transferir a los seres humanos virus de nuevas enfermedades, ya que se demostró en el laboratorio que algunos de estos virus, aunque típicos de los cerdos, son capaces de infectar células huma-

nas. Entre ellos se encuentran ciertos retrovirus porcinos endógenos (Fano, 2000) que son inofensivos para sus huéspedes pero potencialmente letales para otras especies. También se señala que la patogenicidad de los virus que saltan las barreras específicas puede variar en forma impredecible. Ciertos experimentos (Van der Laan, 2000) demuestran que estos virus son infecciosos después del trasplante, lo que justifica la preocupación acerca del riesgo de infección (no se puede olvidar que en los casos de trasplante los pacientes son inmunosuprimidos).

Hanson (1999) plantea que el xenotrasplante "representa una amenaza potencial a la salud pública aunque provea un beneficio a pacientes individuales".

Tomate

El tomate es el primer alimento genéticamente modificado que se produce. En 1987 aparece en el mercado americano el tomate *Flavr Savr* (Martineau, 2001), que se caracteriza por mantenerse firme durante más tiempo, lo que está estrechamente relacionado con el período durante el que se lo puede conservar. Cuando la fruta se ablanda, los hongos y bacterias son atraídos y esto acelera el proceso de putrefacción. Como tienen una relación sólido-líquido más alta, los tomates más

duros tardan más en pudrirse.

La gran preocupación era una proteína producida por el gen marcador que daba resistencia a la kanamicina, por lo que si alguien era tratado con este antibiótico su efecto estaba inhibido; otro motivo de inquietud era cuán estable era este gen marcador, debido al riesgo de que fuera incorporado en el genoma de las bacterias intestinales. Los estudios y controles realizados aprobaron el consumo humano de este tomate, no tan sabroso pero de larga duración, y la FDA optó por considerar a este marcador como un aditivo, ya que no se lo encuentra normalmente en los tomates, por lo que lo lógico sería que otros elementos como la toxina del Bt (*Bacillus thuringiensis*) y otras proteínas que se agregan por ingeniería genética también deberían considerarse aditivos.

Soja

Se ha convertido en una de las semillas genéticamente modificadas más extendidas y más discutidas, ya que debido a su indiscutible versatilidad integra los más variados alimentos desde leche de soja a helados. La soja tolerante al herbicida glifosato, cuyo nombre comercial es *Roundup Ready* (RR), es fabricada por

Monsanto. Esta soja, como los otros productos *Roundup Ready*, tienen un gen especial, obtenido de otros organismos como la penicilina o una bacteria, que las protege del glifosato. Estas semillas deben ser usadas con el herbicida según lo estipulan las condiciones de venta del mismo (Lappé, 1998). Es interesante notar que estos herbicidas son elaborados y vendidos por los mismos que producen las semillas resistentes.

En Argentina se suscitó un conflicto entre los fabricantes e importadores del herbicida glifosato, a raíz de que los importadores lo traían de China a un precio menor que el nacional. Las dos mayores productoras locales de glifosato, la estadounidense Monsanto y la argentina Atanor, presentaron quejas contra las importaciones del producto desde China. Alegaron que llegaba a precio de *dumping* (por debajo de los costos) y pidieron aranceles compensatorios. El mercado está repartido entre Monsanto, que concentra del 45 al 50% de las ventas, y dos fábricas con menor participación, Atanor y Formulagro. Pero el otro 35% del producto se importa, fundamentalmente desde China.³ En esta discusión, las entidades gremiales del agro apoyan el ingreso del glifosato chino porque favorecería la competencia.⁴

³ Clarín, 16 de mayo de 2003.

⁴ La Nación, 15 de junio de 2003.

En el Brasil —que es el segundo productor de soja después de Estados Unidos— la plantación de semillas transgénicas está prohibida, aunque se estima que el 20% es transgénico. Monsanto, dueña de las patentes de las semillas de soja RR (resistente al herbicida glifosato), considera que estas semillas de soja transgénica han sido contrabandeadas desde Argentina, y que las regalías correspondientes a su uso no son pagadas.⁵

Maíz

En septiembre de 2001 el gobierno mexicano anunció que secuencias transgénicas habían contaminado variedades tradicionales de maíz en comunidades aisladas de Oaxaca. Este es uno de los problemas que puede ocurrir sólo cuando coexisten en la misma región las especies cultivadas y sus antecesores salvajes, razón por la cual no es un problema para los Estados Unidos.

Este hecho resulta sumamente preocupante para las comunidades indígenas, que durante siglos se han ocupado de la diversidad del maíz. Por esta razón han elevado una nota de protesta a la Comisión para la Cooperación Ambiental (CEC) del NAFTA, en la que solicitan que se investiguen: el impacto sobre la

diversidad del maíz, el impacto sobre la biodiversidad y el impacto sobre la pérdida de mercados.

En un artículo publicado en *GeneWatch*, Stabinsky menciona el trabajo de Chapela y Quist publicado en *Nature* de noviembre de 2001, e interroga acerca de qué se hará dado que el maíz de México se ha contaminado y si las compañías que fabrican y venden semillas transgénicas se harán responsables por este hecho de contaminación genética (Stabinsky, 2002).

Arroz

Golden rice es un arroz genéticamente modificado para producir pro-vitamina A. Muchos lo consideran como uno de los productos mejor intencionados de la agrobiotecnología. El proyecto para modificar genéticamente el arroz se realizó con fondos públicos, lo que proporcionaría una distribución libre a los países en desarrollo. Es decir, se proveería en forma gratuita y sin restricciones a agricultores pobres (que ganan menos de 10.000 dólares al año) de países del Tercer Mundo.

Para lograr este arroz se usaron secuencias de ADN y otros componentes génicos que corresponden a más de 70 patentes distintas y que son propiedad de 32 compañías e instituciones di-

⁵ *La Nación*, 13 de septiembre de 2003, sección.2, p. 5.

versas. Potrykus (2000), que es quien desarrolló el "golden rice", dijo que esto fue posible por que los que tenían derechos sobre estas tecnologías accedieron a darlas en forma gratuita para proyectos humanitarios. Sólo una docena de patentes fueron reconocidas por 25 países donde existe la carencia de vitamina A. Debido a la complejidad de los términos de las diferentes licencias, se lograron acuerdos que llevaron a que AstraZeneca, una compañía privada, tenga el absoluto control comercial sobre esta tecnología que fue desarrollada con fondos públicos con fines humanitarios (Grain, 2001).

El objetivo de lograr el arroz con vitamina A es paliar su carencia en países en desarrollo, con alta tasa de desnutrición y cuyo principal alimento es el arroz. La carencia de vitamina A produce xeroftalmia y ceguera, pero la absorción de la pro-vitamina A depende de la alimentación, y en general esta carencia está acompañada de deficiencia en otros micro-nutrientes. Además de la alta tasa de pobreza, estos países, carecen de sistemas públicos de salud y educación. La desigualdad social, el poco debate público y la escasa regulación contribuyen a pocas posibilidades de elección por parte de los habitantes de países del Tercer Mundo.

Algunos autores consideran que una de las razones para pro-

mover este proyecto es lograr un mayor apoyo público y mejor aceptación de los alimentos genéticamente modificados.

Algodón

Un trabajo reciente en la revista *Science* acerca del buen rendimiento del algodón Bt (Current Science, 2003) en la India es cuestionado en su verosimilitud estadística ya que todos los datos provienen de una sola cosecha de un solo país. Es bien sabido que los rendimientos son multifactoriales y con dinámicas diferentes en distintos países por lo que no es posible proyectar altos rendimientos de las cosechas del algodón Bt en los distintos países en vías de desarrollo. Otro dato, no menor, es que los resultados fueron obtenidos en los campos de prueba de Monsanto, la compañía dueña de esta semilla.

No caben dudas de que el uso de los datos de la industria no es ético; los autores de este trabajo opinan que les recuerda las publicaciones realizadas por la industria del tabaco en las que se reiteraba que la nicotina no era adictiva ni dañina y no estaba relacionada con el cáncer. En ese momento, las revistas médicas —cuya función no es promover intereses corporativos ni vender mercaderías a través de trabajos científicos— optaron por no incluir este tipo de trabajos en sus publicaciones.

Existe una enorme preocupación acerca de la ciencia y la investigación científica, y las publicaciones científicas deben estar atentas a no ser usadas para promover productos basados en evidencias poco serias, por lo que es necesario la vigilancia de la comunidad científica.

Desarrollo de medicamentos en plantas

Un desarrollo relativamente reciente como consecuencia de la introducción de los genes adecuados es la producción de medicamentos, vacunas, anticuerpos y proteínas industriales en plantas como bananas, tabaco, maíz o papas.

Entre los riesgos para la salud pública y para el ambiente que presenta este tipo de desarrollo está la posibilidad de producir reacciones alérgicas o autoinmunes en algunas personas, y uno de los desafíos es impedir que se mezcle con la provisión de alimentos para humanos o animales. Otro de los desafíos es garantizar la pureza y la concentración del producto.

Patentes

Entre los conflictos más flagrantes sobre la propiedad intelectual entre los países ricos y los países

pobres encontramos la apropiación del “conocimiento tradicional”, tales como los antiguos remedios de hierbas que son incorporados en los costosos medicamentos de occidente sin el consentimiento, o la compensación, de los pueblos que los han usado por generaciones. A veces los evaluadores de patentes ignoran que la variedad de planta que se pretende patentar ha sido usada durante siglos por alguna comunidad tribal lejana. La Comisión de la Propiedad de los Derechos Intelectuales recomienda que los países creen bases de datos y que cuando se soliciten nuevas patentes sea obligatorio consultarlas (*The Economist*, Patently Problematic, 12 de septiembre de 2002).

Durante siglos, el libre intercambio de plantas y semillas les brindó tanto a Europa como a Estados Unidos papas y tomates de América Latina, soja de China, y trigo, cebada y centeno del Cercano Oriente. Jamás se recompensó a los países en desarrollo por estas contribuciones tecnológicas e intelectuales. Los agricultores indígenas crearon la mayoría de los cultivos utilizados actualmente, y los que se dedican a la agroindustria pretenden considerar a las plantas como su invento y recibir beneficios por su uso.

El tema de la propiedad privada de los recursos genéticos⁶

⁶ Véase Bertomeu y Sommer (2004).

es uno de los aspectos más controvertidos y tiene profundas implicaciones para el Tercer Mundo. Así vemos cómo las patentes a las semillas (Juma, 1989) han transformado el tradicional derecho de los agricultores a guardar semillas de una cosecha a otra, pues los obliga a pagar *royalties* por semillas y animales que provienen de otros patentados y los hace dependientes de los fertilizantes y herbicidas producidos por las mismas compañías que recolectaron las semillas tradicionales y en la actualidad venden sus derivados. Es así que mientras unos consideran las patentes como una retribución justa, otros las ven como mecanismos de piratería y de imposición de costos abusivos.

Los agricultores y consumidores de los Estados Unidos lucharon durante años en contra de la inclusión de los cultivos en las leyes de patentes (Council for Responsible Genetics).⁷ Se consideraba que el patentamiento de variedades vegetales era contrario a los intereses de la población. Además, las patentes sobre la vida vegetal aumentarán la desigualdad entre los países pobres y los ricos.

Alergias

En el año 2000 se realizó un congreso para evaluar la potencial

alergenicidad de los alimentos genéticamente modificados (Fu & Gendel, 2002) dada la presencia de proteínas no habituales en los alimentos tradicionales.

Expertos internacionales de la academia, el gobierno y la industria resumieron el conocimiento actual sobre alergias alimenticias y alérgenos en los alimentos. Las alergias fueron definidas como una reacción inmunológica a raíz de la ingestión de un alimento o de un aditivo. Esta reacción sólo ocurre en algunos pacientes, puede tener lugar después de la ingestión de pequeñas cantidades y no está relacionada con ningún efecto fisiológico de los alimentos o aditivos.

Para la mayoría de los médicos es sinónimo de reacciones que involucran el mecanismo de la inmunoglobulina E. La mayoría de los alérgenos encontrados en alimentos son proteínas y generalmente son resistentes al procesamiento, a la cocción y a la digestión. Parece que alimentos fuertemente alergénicos, como los maníes y otros tipos de nueces cuya concentración de proteínas es media, presentan altos niveles de lípidos, que podrían cumplir una función protectora durante la digestión. En base al conocimiento sobre alérgenos alimenticios, se puede estimar la alergenicidad potencial y se debe

⁷ Consúltese el sitio www.gene-watch.org

evitar incluir nuevos alérgenos en los alimentos por la modificación genética de los mismos. Actualmente, los estudios de predicción y evaluación de la alergenicidad de nuevas proteínas usan modelos animales como ratas, ratones y perros.

Las conclusiones de este congreso señalaron el progreso realizado en la evaluación de la seguridad alergénica, la mejora de técnicas y procedimientos, y el desarrollo de nuevos métodos. Además, se considera que los avances en ciencia básica y clínica permitirán una mejor comprensión del proceso inmunológico que lleva al desarrollo de una alergia, lo que podría eventualmente contribuir a desarrollar tratamientos o curas.

Acerca del etiquetado

Las discusiones acerca de si los productos transgénicos deben ser identificados o etiquetados para que, a la hora de comprar, los consumidores puedan elegir, lleva largas discusiones; entre otras cuestiones, se aduce que esto elevaría los costos.

Thompson (1997) opina que los consumidores dan su consentimiento al comprar o consumir ciertas comidas, por lo que los productores de alimentos biotecnológicos deben informar su con-

tenido, de manera que si aquéllos tienen cuestionamientos éticos, religiosos, estéticos o de otro tipo pueden aceptarlos o evitarlos. La industria agroalimentaria comienza a considerar esta posibilidad de etiquetar⁸ en sus envíos de granos a la Unión Europea, ya que debe garantizar que no mezcla productos genéticamente modificados y no transgénicos para evitar litigios.

Una cena en el siglo XXI

Sopa: de pollo o de carne, de animales alimentados con semillas de algodón y subproductos de la soja.

Panes: pueden contener soja y maíz transgénico.

Leche y manteca: con hormona de crecimiento o margarina de maíz o soja transgénicas.

Pollo: ¿sabemos si tiene hormonas y/ o antibióticos o si fue alimentado con transgénicos?

Ensalada: tomates transgénicos condimentados con aceite de algodón, canola, soja y girasol transgénicos.

Conclusiones

Aunque muchos aseguran que los transgénicos no presentan riesgos, existe preocupación acerca de los eventuales perjui-

⁸ Véase GeneWatch, 2002.

cios al ambiente y a la salud, y el debate se genera entre dos grupos de interés: los fabricantes y los ecologistas. ¿Quién tiene razón? ¿Qué se debe analizar, qué se sabe, cómo se pueden evaluar los efectos a largo plazo? Algunas de las inquietudes son:

—¿Cómo los insecticidas afectan a animales que no son el objetivo?

—¿Puede existir polinización cruzada de las plantas transgénicas con otras plantas vecinas? ¿Pueden aparecer “supermalezas” debido a polinización cruzada?

¿Cómo y cuándo puede ocurrir? No debe olvidarse que en algunos casos las malezas son las antecesoras de las plantas cultivadas.

—¿Los cultivos transgénicos pueden perder sus nuevas características genéticas y quedar vulnerables a los herbicidas?

—¿Las toxinas de BT pueden ser tóxicas para ciertos animales silvestres?

La resistencia a antibióticos, utilizada como marcador para seleccionar las características transgénicas, da origen a otro motivo de inquietud: que el ADN transgénico ingerido en alimentos se recombine en el estómago e intestino humanos con la flora intestinal creando resistencia estos antibióticos.

Entre las justificaciones para el uso de semillas transgénicas se puede mencionar la necesidad de disminuir la cantidad de pesticidas en el ambiente,

dado los efectos que tienen sobre la salud, la fertilidad, etcétera.

Aunque la idea subyacente es que las plantas portadoras de resistencia a los herbicidas —a los cuales sólo sean sensibles las malezas— o las portadoras de sustancias tóxicas contra las plagas de insectos pueden disminuir la cantidad de pesticidas en el ambiente. Sin embargo datos del USDA (United States Department of Agriculture) indican que la cantidad de estas sustancias no ha disminuido, aunque es cierto que los pesticidas como el glifosato son menos tóxicos y son degradados más rápido que los usados anteriormente. En cuanto a los cultivos resistentes a los insectos que utilizan las toxinas del BT (*Bacillus thuringiensis*), el algodón es la semilla que ha logrado reducir en el 21% la cantidad de pesticida, según datos de EPA (Scientific American, 2001).

Con respecto a si los alimentos transgénicos pueden solucionar el hambre del mundo, Margaret Mellon, en una entrevista publicada en Scientific American (2001), señala que los Estados Unidos producen más alimentos de los necesarios, por lo que decir que los consumidores norteamericanos necesitan nuevos alimentos biotecnológicos no le parece convincente.

Por otra parte, alrededor de 800 millones de personas en el mundo carecen de suficientes ali-

mentos, razón por la cual Mellon cuestiona a la ingeniería genética como la solución al hambre y la desnutrición, ya que a pesar de haber suficientes alimentos, éstos no llegan a los que los necesitan.

Esta experta en biología molecular cree que el debate sobre biotecnología distrae la atención para resolver el hambre mundial y no cree que la ingeniería genética sea la primera prioridad. Cree que son más importantes las decisiones acerca de políticas de comercio, infraestructura y reforma agraria. Además, señala que es llamativo cómo se desestiman las virtudes del cultivo tradicional, que fue lo que llevó a los Estados Unidos a ser la potencia que es.

Según Brian Tokar (2001), la biotecnología es en sí misma una expresión de las desigualdades fundamentales que existen en la sociedad, ya que no se desarrolla en un vacío social. Considera que es el producto de un contexto social muy particular: una sociedad capitalista hipercompetitiva en la que todas las decisiones que afectan la vida de las personas son tomadas por instituciones políticas y económicas que él considera irresponsables. De hecho, considera que se está robando los recursos biológicos y el saber cultural a distintos pueblos.

El debate acerca de si los productos transgénicos deben ser

identificados o etiquetados para que, a la hora de comprar, los consumidores puedan elegir, llevan largas discusiones; entre otras opiniones, se aduce que esto elevaría los costos. Como se mencionara, Thompson (1997) considera que, con su compra, los consumidores pueden dar o no su consentimiento, y esta es la razón por la que los productores de alimentos biotecnológicos deben informar a los compradores. También la industria comienza a identificar o a etiquetar sus granos para evitar costosos litigios.

En cuanto a las cuestiones éticas, el Nuffield Council of Bioethics señala que deben considerarse los siguientes aspectos:

- Si la tecnología promueve el bienestar al garantizar mejoras en la seguridad alimenticia, si promueve reducir los pesticidas químicos en la agricultura, o si esta tecnología plantea riesgos desconocidos para los consumidores y el ambiente.
- ¿Qué implicaciones tiene para los derechos de los consumidores, por ejemplo, con respecto al derecho a estar informado sobre lo que se come?
- ¿Qué implicaciones tiene sobre los derechos de los científicos en cuanto a la libertad de investigar de manera de proteger su integridad intelectual?
- Con respecto al principio de justicia, ¿quiénes son los beneficiarios de la introducción de estas técnicas y qué obligaciones tienen de compensar a los perdedores?

Mark Sagoff (1992) analiza el contexto en el que se toman las decisiones sobre riesgo tecnológico, y considera que es diferente si se lo hace como consumidor o como ciudadano, ya que el primero decide en el mercado al comprar o no un producto dado, mientras que el ciudadano lo debe resolver en el proceso político, y en democracia el poder político aumenta la libertad de elección así como la autonomía.

La autonomía tiene más que ver con las decisiones que se toman que con las circunstancias en las que se toman. Los riesgos tecnológicos socavan la autonomía en la medida que alejan de nuestro control las condiciones que satisfacen nuestros intereses y determinan nuestros valores; por eso es racional que la sociedad regule los riesgos asociados a tecnologías nuevas más estrictamente que los riesgos relacionados con técnicas más antiguas y familiares integradas a nuestras vidas, y una vez establecido que una tecnología cumple una necesidad social es necesario sopesar los riesgos que entraña su uso.

Por todo lo anterior, es necesario: a) contar con adecuadas pruebas científicas, b) proceder lenta y cautelosamente, c) etiquetar y d) elegir proyectos que benefician a la gente y al ambiente.

Una investigación realizada por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos⁹, para la que habían sido entrevistados 800 productores en las ferias ExpoChacra y Feriagro y 540 personas en las puertas de supermercados, mostró que pocos conocen las normativas locales, algunos piensan que los organismos genéticamente modificados “son seguros” aunque no saben con claridad qué alimentos los incluyen, no que integran algunos alimentos, otros creen que “presentan riesgos”. En resumen, la sociedad no está claramente informada sobre riesgos y beneficios.

Por último, ¿quiénes deben decidir y qué es necesario para poder hacerlo?:

- 1) lectura crítica de la producción científica;
- 2) rol esencial de la educación científica en todos los niveles de educación;
- 3) incluyendo a los que se dedican a las ciencias sociales;
- 4) no dejar sola a la ciencia. Ella debe estar acompañada de otras disciplinas

Como dijo Albert Einstein,

Es primordial que el gran público haya tenido ocasión de hacer la experiencia –conciente e inteligentemente– de las actividades y resultados de la investigación científica. No es suficiente que algunos especialistas del área to-

⁹ *La Nación*, 10 de junio de 2003, sección 2, p. 2.

men los resultados y los apliquen. Limitando el cuerpo de conocimientos a un pequeño grupo se mata el espíritu filosófico de un pueblo y se crea un vacío sobre el plano espiritual.¹⁰

Bibliografía

- Baraúno, Lino, 2001, "Animales transgénicos y sus aplicaciones" en *Organismos genéticamente modificados*, en Marin et al. (eds.), Montevideo, Dirac, Trilce.
- Bertomeu, María Julia y Sommer, Susana E., 2004, "Patents on Genetic Material: a new originary accumulation" en *Feminist Bioethics, Human Rights and the Developing World: Integrating Global and Local Perspectives*, en Tong, R., Donchin A. y Dodds, S. (eds.), en prensa.
- Carson, Rachel, (1962), 1994 *Silent Spring*, Boston, Houghton Mifflin Co.
- Council for Responsible Genetics. www.gene-watch.org
- Current Science*, 2003, "The BT cotton story: the ethics of science and its reportage", 2003, Vol. 84 (8), pp. 974-975.
- Fu, Tong-Jen y Steven M. Gendell (eds.), 2002, Genetically engineered foods. Assessing potential allergenicity, *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 964, *GeneWatch*, 15 (60), noviembre-diciembre de 2002, p.15.
- Juma, Calestous, 1989, *The Gene Hunters*, London, Zed Books.
- Lappé, Marc, *Against the grain*, The tides center/ CETOS, Monroe, 1998, p. 53.
- Martineau, Belinda, Food Fight, *The Sciences*, primavera de 2001.
- Mellon, Margaret, 2001, "Does the world need GM foods?", *Scientific American*, abril de 2001.
- Potrykus, Ingo, 2000, The "Golden Rice Tale", agbioview.listbot.com
- Sagoff, Mark, 1992, Technological risk, en *The environment in question*, Cooper, David et al. (eds.), London & New York, Routledge.
- Scientific American*, abril de 2001, "Genetically modified foods: Are they safe?" pp. 39-51
- Shulman, Seth, 1999, *Owning the future*, Boston, Houghton Mifflin Co., p. 87.
- Sommer, Susana E., 2001, *Por qué las vacas se volvieron locas*, Buenos Aires, Biblos.
- Stabinsky, Doreen, 2002, "Transgenic maize in México", *GeneWatch*, 15(4):3-4.
- Fano, Alix, 2000, "The dangers of xenotransplantation", *GeneWatch*, 13(5/6):13-17.
- Hanson, Mark J., 1999, "A xenotransplantation protocol", *Hastings Center Report*, 29 (6): 22-23.
- Thompson, Paul B., 1997, "Food biotechnology's challenge to cultural integrity and individual consent", *Hastings Center Report* 27 (4) :34-38.
- Tokar, Brian (ed.), 2001, *Redesigning Life? The worldwide challenge to genetic engineering*, London & New York, Zed Books.
- Van der Laan, Luc J. W. et al., 2000, *Nature*, 407 (7/9). □

¹⁰ Citado por Ricardo Ehrlich, "Organismos genéticamente modificados. La hora de las decisiones", en Marin et al. (eds.), *Organismos genéticamente modificados*, Montevideo, Dirac, Trilce. 2001.

Percepción social de la nueva biotecnología vegetal

Salvador Darío Bergel *

I. Necesidad de un encuadre más abarcativo

Para poder comprender la naturaleza y los alcances de los cuestionamientos que suscita en la sociedad el cultivo de las variedades transgénicas es necesario salirse del esquema limitado de las modernas biotecnologías y analizar las relaciones ciencia-sociedad en el mundo de hoy.

Durante un largo tiempo, la ciencia estuvo vinculada a la idea del progreso indefinido, idea que la sociedad aceptó sin problema. Los científicos gozaron de un gran prestigio social y las políticas públicas que se vinculaban con ciencia y tecnología eran marcadas por expertos, a los que se consideraba portadores de verdades absolutas.

Hoy la ciencia se ha imbricado crecientemente con la técnica, conformando la categoría de tecnociencias a cuyo impulso se mueven relevantes intereses económicos. Esto da paso al cuestionamiento de los saberes científicos en tanto la ciencia se ha despojado de su aureola de neutralidad.

El hombre de ciencia se desplaza de los laboratorios públicos, vinculados en muchos casos a universidades estatales, para volcarse cada vez más a colaborar en la actividad privada.

El achicamiento del Estado preconizado por corrientes del neoliberalismo imperante, provoca este flujo de cerebros que —por otra parte— encuentra en la actividad privada un mayor incentivo económico.

La notable disminución de la actividad científica en el sector público se ha traducido en una pérdida de confianza social en los resultados de la investigación, en tanto la sociedad no es, o al menos en gran medida, la destinataria final de tales resultados, ni el objeto de la investigación se dirige primordialmente a ella.

Habermas caracteriza magistralmente esta nueva situación: “el destinatario con el que se encuentra a las puertas de las grandes organizaciones científicas y al que se dirigen las investigaciones, no es ya, o por lo menos no es inmediatamente un público discente o una esfera de opinión pública en la que se de-

* Titular de la Cátedra UNESCO de Bioética (Universidad de Buenos Aires).

sarrollen discusiones, sino por lo general un cliente al que lo único que le interesa del proceso es el resultado que va a emplear técnicamente".¹

Es de toda evidencia que esto no condice con los requerimientos de una sociedad cada vez más preocupada por la incidencia de la revolución tecnológica sobre su presente y su futuro. Si el científico se desentiende de la sociedad para dar lugar a otras prioridades, mal puede pretender que la sociedad le siga dispensando la confianza que habitualmente le brindó.

Esta nueva situación conduce a un conflicto que es necesario atender, ya que la sociedad no puede renunciar a los beneficios de la ciencia ni puede adoptar respecto a quienes la ejerce una actitud hostil. En el contexto actual —naturalmente tecnofóbico— no resulta inútil recordar los efectos beneficiosos del desarrollo tecnocientífico.²

Gay Pallotin —en ese entonces presidente del INRA francés— se preguntaba acerca de lo que sería una investigación que pretendiera tener razón contra la sociedad. La evidencia es que después de un largo período du-

rante el cual la ciencia estuvo identificada casi sin discusión con el progreso, su imagen causa hoy un problema que impone una responsabilidad particular que consiste en obrar para reconciliar a la sociedad con la ciencia o, si se quiere, a la inversa, a la ciencia con la sociedad.³

El debate ciencia-sociedad queda abierto y no caben dudas de que es necesario mejorar la percepción social de la ciencia en vista de los condicionamientos que hoy presiden su quehacer. Esta mejora necesita de un cambio radical que ponga al científico al servicio de la sociedad, al margen y más allá de los intereses sectoriales que perturban su visión. Dentro del panorama amplio que abarca el mundo de las tecnociencias, debemos ubicar a las biotecnologías, en cuyo ámbito se desarrollan los cultivos transgénicos.

Entendemos por biotecnologías al conjunto de técnicas que emplean organismos vivos o parte de éstos para la elaboración de productos, para mejorar variedades vegetales o razas animales, o para desarrollar microorganismos destinados a un uso particular.

¹ J. Habermas, *Ciencia y Técnica como "ideología"*, Madrid, Technos, 1999, p. 152.

² J. N. Missa, "ADN recombinant et bioéthique: une application precoce du principe de precaution", en E. Zaccai, y J. N. Missa, *Le principe de précaution*, Bruselas, Universidad de Bruselas, 2000, p. 181.

³ E. Gay Pallotin, en A. Khan, *Société et revolution biologique*, París, INRA, 1998, p. 82.

La historia de las biotecnologías es tan antigua como la historia cultural del hombre, ya que desde los albores de la civilización el hombre utilizó microorganismos para la producción de alimentos destinados a su consumo (pan, cerveza, queso, vinagre, etc.), o ideó técnicas destinadas a la mejora vegetal.

Posteriormente utilizó productos microbiológicos para producir solventes industriales y ácidos orgánicos; en el campo de los metabolismos secundarios produjo antibióticos y, empleando procedimientos de fermentación, biomasa. Todo esto forma parte de lo que denominamos biotecnología clásica.

La denominada biotecnología moderna parte de la intervención técnica en las células de un organismo para actuar directamente sobre los componentes celulares, usualmente a nivel molecular. Dentro de estas técnicas adquieren un papel protagónico las técnicas de ingeniería genética o ADN recombinante, que se expresan en la inserción de material genético seleccionado en el genoma de un organismo extraño.

Mientras las biotecnologías se desarrollaron en los límites clásicos, ningún debate se suscitó en torno a su aceptación social. Así, cuando a mediados del siglo XX surgieron los antibióticos, en los hechos se los consideró una

especialidad médica más. A nadie se le ocurrió plantear un esquema diferencial —en los campos de la ética o de la sociedad— entre las sulfas (producto químico farmacéutico) y los antibióticos (producto biotecnológico).

El gran cuestionamiento ético y social se suscitó a partir de la utilización de técnicas de ADN recombinante a nivel industrial. La posibilidad de transferir información genética de un individuo a otro, que puede pertenecer o no a la misma variedad, especie o reino, importa un salto importante en las ciencias biológicas, que correlativamente despertó en la sociedad una serie de inquietudes e interrogantes.

Pero aun dentro de este esquema más acotado de las biotecnologías que utilizan técnicas de ingeniería genética, cabe señalar que no en todos los casos la reacción social fue de igual magnitud.

Los productos biotecnológicos obtenidos por técnicas de ADN recombinante para usos destinados a la salud humana o animal gozan de un alto nivel de aceptación social. La utilización de estas técnicas en la elaboración de productos terapéuticos (insulina, hormona del crecimiento, factores de coagulación, eritropoyetina, etc.) fue recibida sin problema. En cambio, cuando se los utilizó en la agricultura se planteó una relación conflictiva entre ciencia-industria-sociedad.

A juicio de Muñoz, una serie de argumentos avalan este tratamiento diferencial. La agrícola es una producción más global donde el carácter del diseño que caracteriza a la biotecnología se difumina; no existe una clara conciencia de que los productos obtenidos se encaminen a resolver un problema –como puede ser el caso de la salud o la aplicación medio- ambiental–, por lo que podría decirse que los intereses que predominan en el proceso son los del capital y de las grandes empresas.⁴

En tren de investigar esta reacción social, pasaremos revista a algunas de las características relevantes que presenta la utilización de variedades transgénicas. Al entrar en este campo de estudio no podemos dejar de reconocer lo que ellas representan como actores centrales de una nueva revolución agrícola –revolución en la que estamos inmersos y que presenta sus propios riesgos ambientales, económicos, sociales y políticos–, ni lo que la agricultura importa como base esencial de la alimentación humana.

No se trata de una tecnología experimental circunscripta a

un medio focalizado, sino de una tecnología cuya utilización masiva amenaza borrar las fronteras nacionales.

Tomando en cuenta que en el año 2001 el 46% del área total mundial sembrada con soja, el 20% de la sembrada con algodón, el 11% de la sembrada con colza y el 7% de la sembrada con maíz utilizó semilla transgénica –con un crecimiento anual exponencial– podremos advertir acerca de la relevancia y dimensión de lo que hablamos. En 1998 se sembró tres veces el área sembrada en 1997 y dieciséis veces el área sembrada en 1996.⁵

La ingeniería genética lleva, en opinión de Hermitte, a una nueva acepción de lo vivo, considerándolo como una “globalidad” indiferenciada, verdadero reservorio de genes que constituye la materia prima en que se desarrolla, tal como si se tratara de petróleo o de minerales.⁶ Esto –obviamente– no puede pasar inadvertido a la sociedad, ya que estamos operando en los límites de la vida.

Muy estrechamente vinculado con el cultivo de plantas transgénicas, el tema de los alimentos elaborados con semillas o deriva-

⁴ E. Muñoz, *Biotecnología y Sociedad*, Madrid, Cambridge University Press, 2001, p. 90.

⁵ M. A. Larach, *El comercio de los productos transgénicos. Estado del debate internacional*, Santiago de Chile, CEPAL, 2001, p. 15.

⁶ M. A. Hermitte, y L. Noiville, “La dissemination volontaire des organismes génétiquement modifiés dans l’environnement”, une premiere application du principe de prudence. R.J.E. 3, 1993, p. 391.

dos transgénicos se instaló en una sociedad que ha sido sacudida por frecuentes problemas alimentarios y que pugna por un mayor control y seguimiento en este campo.

A lo referido antes cabe agregar algunas circunstancias singulares que, sin duda, contribuyen a tornar más conflictivo el panorama abierto con estos cultivos. Entre otras cabe consignar:

a) Cambios profundos en los sistemas de agricultura tradicional

Al igual que lo sucedido con la revolución de los híbridos, la agricultura basada en la utilización de semillas transgénicas implica un cambio profundo en el sector. Esta revolución, que tiene una dinámica propia, amenaza con reemplazar en pocos años la agricultura tradicional. Una prueba cabal de lo afirmado es que en la Argentina, a pocos años de haberse introducido al mercado la soja transgénica, más del 95% de la superficie cultivada es transgénica. En el año 2002 existían aproximadamente 60 millones de hectáreas en el mundo cultivadas con semillas transgénicas, en dieciséis países.⁷ Si la diseminación de los cultivos no es aún mayor, ello no obedece tanto a un déficit en la demanda de semillas, sino

a la tardanza en obtener las autorizaciones estatales.

La alta productividad lograda en los cultivos de soja creó una creciente corriente en los países productores a desplazar otros cultivos, lo que está generando una tendencia marcada al monocultivo. Este efecto no puede ser dejado de lado cuando se estudia la percepción social de la tecnología, cuyo cuestionamiento va mucho más allá del consumo de productos transgénicos o sus derivados.

b) Centralización de la producción de semillas transgénicas en empresas multinacionales

En el presente, la producción de semillas transgénicas está centralizada en unas pocas empresas multinacionales, lo que contribuye a crear una creciente dependencia con las implicancias económicas y políticas que ello conlleva. Para salir de esta encerrona es preciso desarrollar capacidades locales, lo que ha sucedido en muy pocos casos.

El principal argumento para apoyar la capacidad de descubrimiento de genes —en opinión de Trigo— es que supondría una mayor disponibilidad de eventos destinados a abordar problemas agrícolas importantes a nivel de

⁷ "ICSU, New genetics food and agriculture: scientific discoveries", societal dilemmas, 2003.

los estados nacionales. Sin esta capacidad, la disponibilidad de productos transgénicos está dominada por los desarrollos de compañías transnacionales de agricultura, principalmente de los Estados Unidos.

c) Generación de conflictos políticos y económicos

El hecho, ya señalado, de que las empresas productoras de semillas transgénicas sean multinacionales, hace que se imbrique el rechazo de las semillas transgénicas con el rechazo a la globalización e internacionalización de las economías nacionales.

Por otra parte, en el orden internacional, la posición enfrentada entre países productores e importadores de transgénicos, amenaza con una guerra comercial. Una prueba clara de ello lo da la presentación de los Estados Unidos de América –apoyada por otros países productores– ante la OMC, pidiendo la constitución de un panel para que se apliquen sanciones a la Unión Europea por la moratoria impuesta a los cultivos, en tanto se la considera atentatoria a la libertad de comercio.

La concurrencia de los factores referidos –por sólo mencionar algunos– nos muestra un escenario conflictivo en el que convergen intereses diversos y en el que se conjugan problemas de distinta naturaleza y origen.

Si nos detenemos por un momento a realizar un somero repaso de los actores principales que intervienen en este conflicto, tal vez se pueda advertir la complejidad de las cuestiones que suscita esta revolución agrícola en ciernes. Pasemos a su análisis:

1) Empresas productoras de semillas

A partir de la revolución verde, la industria de las semillas ha jugado un papel relevante en la economía mundial, que se ha acrecentado a partir de la introducción de cultivos transgénicos.

Estas empresas –mayoritariamente multinacionales– invierten sumas importantes en investigación y desarrollo, y paralelamente ejercen una considerable presión sobre la autoridad reguladora para obtener autorizaciones de lanzamiento al mercado de nuevas variedades. A ese efecto cuentan con un importante lobby que se manifiesta en un fluido acceso a los medios y en su actuación directa o indirecta en los organismos regulatorios.

Ya en 1998 Jacques Testard advirtió que la enorme inversión intelectual y financiera en las plantas transgénicas hacía prever que construcciones vivientes inéditas serían dispersadas como productos industriales, según programas universales que ignoran las fronteras políticas, los nichos

ecológicos y la conservación del patrimonio biológico.⁸

En la actualidad un reducido número de empresas agro-industriales, europeas y americanas, controlan la mayor parte del comercio de los alimentos transgénicos y de semillas modificadas que se venden en el mundo.

Por otra parte, cabe destacar que las empresas de biotecnología son claramente las más involucradas en la defensa de los OGM (Organismos Genéticamente Modificados) y al presente impulsan distintas campañas educativas y publicitarias buscando demostrar su inocuidad y sus ventajas potenciales.

2) *Agricultores y productores agrícolas*

Aquí cabe hacer una distinción básica entre “el agricultor”, el hombre que cultiva la tierra, y que hace un esfuerzo sostenido por la conservación y el acrecentamiento de la biodiversidad, y el hombre al cual el Compromiso Internacional de la FAO sobre Recursos Genéticos le acordó —en premio a su contribución— los denominados “derechos del agricultor”.

Junto a estos esforzados cultivadores —que día a día tienen

menos peso en la implementación de políticas agrícolas— tenemos a los productores agrícolas, constituidos usualmente bajo la forma de empresa y que responden a la lógica del mercado.

El “agricultor” es por antonomasia un militante de la biodiversidad, de la agricultura tradicional, enriquecida con los saberes primitivos. Por el contrario, el productor agrícola es un ferviente defensor de la agricultura transgénica, en tanto le asegura mayores beneficios económicos, sin interesarse por los temas ecológicos o los vinculados con la salud. Se considera beneficiado por una mayor resistencia a las plagas, a las enfermedades y a las condiciones ambientales adversas, a lo que adiciona un considerable ahorro en agroquímicos.

3) *El sector científico*

Este es el sector en el cual los actores reflejan un mayor nivel de conflictividad. En los primeros pasos de la ingeniería genética el centro de la escena fue tomado por los biotecnólogos y biólogos moleculares, cuyas preocupaciones apuntaron a los riesgos biológicos (*biohazards*), referidos a la fuga de los laboratorios de los OGM.⁹

⁸ J. Testard, “Especies transgénicas: ouvrir la boîte de Pandora?”, *Maniere de voir*, N° 38, marzo-abril de 1998, p. 15.

⁹ J. A. López Cerezo, y J. L. Luján, *Ciencia y política del riesgo*, Madrid, Alianza, 2000, p. 143.

Hacia los años ochenta la atención de los científicos se centró en los riesgos ambientales vinculados con la liberación de OGM (bioseguridad) y, en este caso, ocupan un papel central los ecólogos, acompañados por los biólogos de campo y los genetistas evolutivos.

En la actualidad, las opiniones en torno de los cultivos transgénicos están muy divididas. Mientras algunos científicos consideran que estos cultivos no presentan un nivel de riesgo superior a los cultivos tradicionales, y por tanto no comparten el criterio de analizar el nivel de riesgo que presenta la técnica, centralizando la observación en el producto obtenido, otros —partiendo de considerar a la técnica como riesgosa— encuentran diversos cuestionamientos vinculados con el medio ambiente, la biodiversidad y la salud humana y animal.

Esto no puede separarse de la distinta ubicación de los científicos en la actividad privada o en la pública, a la que hicimos referencia.

Tal como lo recuerda Muñoz, la existencia de controversias científicas es un fenómeno normal en el proceso de producción de conocimientos y desarrollo científico. Pero en situaciones complejas las controversias cien-

tíficas no se pueden clausurar siguiendo las pautas y mecanismos tradicionales de la propia comunidad científica; por ello, sirven para alimentar o derivar en controversias sociales, ya que presentan una dimensión política o ponen en litigio responsabilidades colectivas.¹⁰

Precisamente, las opiniones altamente comprometidas de los expertos en temas tan sensibles para la sociedad, el único efecto que producen es el de apartarlos más de ella, contribuyendo a robustecer posturas irracionales. La sociedad requiere en forma urgente que los expertos y los científicos envueltos en estas controversias asuman la responsabilidad que les cabe dando señales inequívocas de un compromiso con ella.

4) Los consumidores

Los consumidores muestran una actitud de desconfianza hacia los productos generados por la moderna biotecnología vegetal. Operan en esta dirección diversas razones: las dudas sobre la imparcialidad de las opiniones científicas y técnicas, y una creciente sensibilidad para la aceptación de productos agrícolas que pueden dañar al medio ambiente o ser nocivos para su salud.

¹⁰ E. Muñoz, "Los cultivos transgénicos y su relación con los bienes comunes" en M. Palacios (coord.), *Bioética 2000*, Oviedo, Ediciones Nobel, 2000, p. 373.

El grado de aceptación varía por regiones y por países. En Europa, a raíz de reiterados casos en los que se puso en tela de juicio la confiabilidad de los controles alimentarios, el grado de rechazo es mayor que el registrado en otras regiones. Muchas cadenas de comercialización se niegan a comercializar productos alimenticios derivados de OGM.

5) *Ambientalistas*

Los ambientalistas se oponen por principio a la producción y comercialización de variedades transgénicas, fundados básicamente en los daños que puede importar al medio ambiente, a la biodiversidad y a la salud. Se expresan normalmente a través de las ONGs, cuyas posturas muestran una creciente radicalización y cuya contribución al debate es –de común– negativa, en tanto actúan en base a pre-conceptos.

Examinando esta situación podemos advertir las dificultades que importa la búsqueda de soluciones aceptables. Tal como lo desarrollamos más adelante, estamos persuadidos de que sólo un diálogo abierto entre los diversos sectores sociales podría encontrar un camino que conduzca a la prevalencia de los intereses generales.

II. La ingeniería genética como tecnología riesgosa

Un tema central a desentrañar para ubicar debidamente el debate social sobre variedades transgénicas es establecer si las técnicas de ingeniería genética constituyen en sí mismas actividades portadoras de riesgo, o si el análisis del riesgo debe centrarse sólo en el producto.

Las tecnologías modernas –destacan López Cerezo y Luján– no son como las técnicas artesanales del pasado: constituyen sistemas complejos en el sentido de Perrow, en los que además participan activamente una diversidad de actores. Son con frecuencia de carácter abierto (no hay certidumbre acerca de las posibilidades de aprovechamiento o daño) y tienen consecuencias imprevisibles.¹¹

La reunión de un arsenal de técnicas vinculadas con la biología molecular, bioquímica y genética posibilitó acceder a los secretos últimos de la vida y poder actuar sobre los genomas de los seres vivos, permitiendo la introducción de material genético perteneciente a otras variedades, especies o reinos; de esta forma, se logró modificar alguna o algunas de sus características, transformándolo en un ser transgénico. Al permitir la mani-

¹¹ J. A. López Cerezo, y J. L. Luján, *op.cit.*, p. 136.

pulación del material genético de un individuo la ciencia amplió la capacidad de intervención del hombre en los procesos biológicos, permitiéndole moldearlos para crear un producto que responda a sus requerimientos.

Conseguir que una semilla incorpore una determinada cualidad con la posibilidad de poder reproducirla *ad infinitum* coloca al hombre en una posición privilegiada en el mundo, que le permite afirmar el dominio sobre la biosfera y someter a las variedades y especies que la pueblan a sus designios, para modificar deliberadamente lo que viene dado por la naturaleza.

Cuando las experiencias del laboratorio fueron trasladadas al medio ambiente y se comenzó a modificar el perfil de la agricultura, surgió la preocupación por la regulación de la biotecnología agrícola, lo que se ha destacado como un ejemplo de aplicación tácita, pero precoz, del principio precautorio.¹²

En tanto la genética mendeliana permitió a los agricultores realizar ciertas transformaciones genéticas en determinados cultivos, la genética molecular proporciona la clave no sólo de la

manipulación de la estructura interna de las plantas, sino de su "manufactura", de acuerdo a un plan. De hecho, la "manufactura" de las plantas ha llevado a la agricultura al límite de su transformación más profunda.¹³

Si esto no es debidamente captado y asimilado, el debate sobre aceptación social de variedades transgénicas perderá una pieza fundamental del análisis. Le Deaut, en su informe sobre utilización de organismos genéticamente modificados en agricultura y alimentación, advierte que si sus interlocutores son enfrentados a determinar si el conocimiento de las plantas transgénicas constituye una revolución o sólo una innovación suplementaria en el camino milenario de mejoramiento de las plantas, no hesitaría en señalar que la agricultura se expone a ser profundamente modificada.¹⁴

La intervención de una nueva cultura de domesticación de las especies animales y vegetales ha permitido variar los objetivos agrícolas clásicos con objetivos industriales, lo que da lugar a profundas transformaciones económicas. Es sabido que todo nuevo modo de producción

¹² J. N. Missa, op. cit., p. 177.

¹³ J. De Souza Silva, "De las plantas medicinales a los productos farmacéuticos, la mercantilización de la naturaleza", en *Organización Panamericana de la Salud: Biodiversidad, Biotecnología y Desarrollo Sustentable en Salud y Agricultura*, Washington D.C. 1996, p. 30.

¹⁴ M. Le Deaut, "Rapport sur la connaissance des gens a leur utilisation", Assemblée Nationale, N° 1054, París, 1998.

trae consigo cambios sociales portadores de nuevos riesgos.¹⁵

No asimiladas suficientemente aún las reacciones y temores generados por la aparición de la ingeniería genética, nos enfrentamos con un formidable desarrollo de la industria de semillas transgénicas que se orienta decisivamente a la reconversión de la agricultura. Antes de que el hombre pueda tener una idea clara de los mecanismos biológicos comprometidos en cada nueva variedad transgénica, antes de que pueda tener una idea clara sobre su impacto en los ecosistemas, es decir, antes de que sobre bases racionales se puedan visualizar los efectos a mediano y largo plazo, las nuevas tecnologías agrícolas se expanden sin fronteras.

En este formidable cambio los genes no sólo responden a su función primigenia de ser portadores de información necesaria para el desarrollo de la vida, sino que se han convertido en materia prima de una gran industria que asienta su poderío en los procesos de recombinación. Pero el examen económico o industrial no puede hacernos perder de vista que estamos transitando un terreno de complejidad creciente, en tanto operamos en procesos

vitales y con materia viva.

F. Capra, al estudiar los mecanismos de organización de los seres vivos, formula estas reflexiones, que vienen al caso: “patatear una piedra o darle una patada a un perro son dos cosas distintas, como señalaba Bateson. La piedra reacciona a la patada de acuerdo a una cadena lineal de causa-efecto. Este comportamiento podría calcularse aplicando las leyes básicas de la mecánica newtoniana. El perro responderá con cambios estructurales según su propio patrón (no lineal) de organización. El comportamiento resultante será generalmente impredecible”.¹⁶

¿Qué decir cuando nos trasladamos dentro del campo de la biología a un mundo tan complejo y tan lleno de misterios indescifrables, cual es el mundo de la genética?

P. Unalkat, en un lúcido ensayo acerca de la ingeniería genética, se formula estos interrogantes: ¿qué debemos hacer con estos conocimientos recientemente adquiridos? ¿Qué es lo que nos da derecho a manipular estos procesos naturales y con qué finalidad? ¿Puede estar justificado por nuestras insaciables ansias de conocimiento, o existe otro motivo?.¹⁷

¹⁵ M. A. Hermitte y C. Noiville, *op. cit.*, p. 391.

¹⁶ F. Capra, *La trama de la vida*, Barcelona, Anagrama, 1996, p. 230.

¹⁷ P. Unalkat, “Alubias, genes y temas. La necesidad de precaución”, en *Biotecnología y Derecho*, Bilbao, Editorial BBV, 1998, p. 399.

Resulta innegable que las técnicas de ADN recombinante aplicadas a la agricultura son portadoras de riesgo. Podrá argumentarse que los estudios realizados para autorizar la liberación de nuevas variedades ofrecen una razonable dosis de seguridad y que los riesgos de los cuales pueden ser portadores no son mayores que lo que portaría cualquier cultivo tradicional; pero lo que no puede afirmarse con seriedad es la inocuidad sobre el medio ambiente a mediano y largo plazo. Sostener una idea contraria que descarte toda idea de riesgo importa una inadmisibles arrogancia científica.

Aún los estudios más favorables a la aceptación de las variedades transgénicas, formulan serias advertencias sobre la insuficiencia de las investigaciones realizadas. Así, en un informe conjunto de seis prestigiosas academias de ciencia se señala: “que en vista del uso limitado de las plantas transgénicas en el mundo y de las condiciones geográficas y ecológicas relativamente limitadas de su liberación, la información concreta acerca de sus efectos reales sobre el medio ambiente y la diversidad

biológica es muy escasa. Por consiguiente, no hay consenso en lo que se refiere a la gravedad e incluso a la existencia de cualquier posible daño ambiental en la tecnología de las plantas transgénicas.¹⁸

No se trata simplemente de argumentar que toda actividad humana es portadora de riesgos. Aquí el riesgo está vinculado a un determinado grado de incertidumbre científica sobre técnicas novedosas que actúan directamente en el ámbito de la genética vegetal. Si ello no fuera así, carecería de sentido el sistema de autorización previa receptado por la inmensa mayoría de los países para liberar al medio ambiente variedades transgénicas.

Estos regímenes determinan por primera vez en la historia —según lo recuerdan Hermitte y Noiville— que se aplique una regulación a todo un modo de producción antes de que ocurra algún accidente.

De lo hasta aquí expuesto, surge como innegable que las técnicas de ingeniería genética aplicadas a las variedades vegetales constituyen una actividad riesgosa que justifica la intervención reguladora estatal.

¹⁸ Royal Society of London, US National Academy of Science, Brazilian Academy of Science, Chinese Academy of Science, Indian National Science Academy, Mexican Academy of Science and Third World Academy of Science: Transgenic plants and world agriculture, Edit. National Academy Press, Washington D.C. 2000.

III. Carencia de un debate social esclarecedor: su impacto sobre la percepción social

Hemos visto que la introducción de las variedades transgénicas importó no sólo una revolución en el mundo de la ciencia, sino que su difusión masiva impulsa una revolución agrícola de imprevisibles consecuencias.

Múltiples son los intereses que convergen en el tratamiento de esta cuestión, lo que impone ubicar el debate relativo a su aceptación social en un terreno que más allá de lo que Muñoz denomina racionalidades contrapuestas, importe la búsqueda de soluciones compatibles con las exigencias sociales.

No hay que perder de vista que transitamos un terreno complejo, lo que nos lleva a aceptar opiniones diversas, provenientes de múltiples ramas del saber –incluyendo el conocimiento tradicional o “primitivo”– a fin que el Estado pueda asumir el rol que le corresponde en la toma de decisiones dirigidas a la protección de bienes comunes tales como la salud de sus habitantes, la biodiversidad o el medio ambiente.

Tampoco podemos apartar de esta reflexión la circunstancia de que nos hallamos inmersos en

lo que Beck caracteriza como “sociedad del riesgo global”. Hablar de riesgo en este panorama histórico importa adoptar una posición axiológica que no se agote en un mero cálculo de probabilidades, sino que compromete decisiones políticas colectivas que deben ser orientadas por la ética.¹⁹

La sociedad, a través de mecanismos transparentes, debe tener oportunidad de asumir o de excluir determinados riesgos, en tanto las consecuencias temidas pueden recaer sobre ella y sobre las generaciones que la sucederán. Coincidimos sobre este particular con Mac Lean, en cuanto trae al debate la idea de consenso como principio justificativo de las decisiones centralizadas que impone el riesgo.²⁰

El consenso debe constituirse en el centro y la razón de ser del debate social. La obtención del consenso en un debate abierto no puede sentirse contraria a los mecanismos propios de la democracia representativa. Nadie pretende desconocer la función que le asignan las leyes fundamentales a los representantes del pueblo; pero cuando se trata de temas que comprometen seriamente el presente y el futuro de una sociedad, es necesario que ésta se exprese en otras instan-

¹⁹ U. Beck, *La sociedad del riesgo*, Barcelona, Paidós, 1998, p. 35.

²⁰ D. Mac Lean, *op. cit.*, en M. Douglas, *La aceptabilidad del riesgo según las ciencias sociales*, Barcelona, Paidós, 1996.

cias y en otras formas a fin de revestir de legitimación las decisiones políticas que se adopten en el marco instituido por la ley.

Se ha señalado que uno de los principales aportes del principio precautorio –tantas veces mencionado cuando hablamos de riesgos provocados por las nuevas tecnologías– es el de la formulación colectiva de la aceptación del riesgo, que no puede ser determinada por las formas habituales de pericia, muy unilaterales y demasiado racionales. Tal definición –lo reiteramos– sólo puede provenir de la gestión colectiva que compromete toda una serie de actos diversificados para construir en interacción una escena de riesgo específico.²¹

Ni los expertos –cualquiera sea su procedencia–, ni el Estado a través de los órganos de manifestación política, pueden pretender imponer a la sociedad la asunción de un riesgo determinado sin que paralelamente se manifieste el consenso social. Esto no se compadecería con la existencia de una democracia adulta, respetuosa de sus ciudadanos.

Lo que sucede con las nuevas tecnologías es que son portadoras de una mayor difusión y profundización de los riesgos, a punto tal que los convierte en ca-

tegoría social. Por ello es natural que los procedimientos de gestión del riesgo se conviertan en un quehacer colectivo.

Reconocido el carácter social del riesgo en los debates vinculados con su aceptación, todos los sectores deben estar colocados en una situación de igualdad, incluyendo el científico. En razón de ello, Bestard considera que cuando hay que realizar un análisis del riesgo temido en cuanto a su aceptación pública, los expertos en diversas disciplinas se desvanecen para poner en juego las relaciones sociales en la construcción de la categoría del riesgo.²²

Los diversos sectores de la sociedad expresan intereses y valores muchas veces distintos y encontrados, y corresponde a los poderes políticos decidir –en base a valores aceptados por la generalidad– el nivel de riesgo al cual someterse, arbitrando entre ellos, equilibrando las naturales tensiones y evitando finalmente el predominio sectorial.

La expresión de la opinión pública puede asumir diversas formas, que no es del caso analizar aquí. Lo importante es que el debate sea enriquecedor.

No caben dudas, cuando nos referimos al tema de cultivos

²¹ P. Lascoune, “La précaution, un nouveau standard de jugement”, en *Esprit*, noviembre de 1997, p. 138.

²² J. Bestard, en “Prólogo”, en M. Douglas, *op.cit.*

transgénicos, que existen exageraciones, extrapolaciones que distorsionan el debate, manejo indebido de información científica, verdades a medias. Esto ocurre tanto en los detractores como en los defensores; pero no puede negarse que la realización de un debate abierto puede contribuir a orientar la toma de decisiones racionales.

Un buen ejemplo de la forma en que puede participar la sociedad en este debate, la ofrece la Directiva Europea 2001/18/CE relativa a la liberación de OMG al medio ambiente.

El considerando 10 establece que para disponer de un marco legislativo global y transparente, es necesario que la Comisión y los estados miembro consulten al público durante la preparación de las medidas y que estén informados de las medidas durante la aplicación de la Directiva. En coincidencia con ello, el considerando 60 establece que el intercambio de información establecido de acuerdo con la Directiva debe incluir también la experiencia obtenida en la consideración de los aspectos éticos.

Lo referido se concreta en el artículo 24 que regula la información al público, y el 29 referido a los Comités de Ética, en cuanto dispone que “las consultas se llevarán a cabo acorde con las normas de apertura, transparencia y posibilidad de acceso al público.

Los resultados serán públicos”.

La toma de decisiones en un clima de incertidumbre –y de esto se trata cuando hablamos de transgénicos– impone que sea la sociedad en su conjunto la que opine o tenga al menos la oportunidad de expresarse y ser oída.

En nuestras sociedades es cada vez mayor la preocupación por los problemas relativos al medio ambiente y a la salud. La demanda de participación en decisiones relacionadas con las políticas de gestión de riesgo es creciente y las regulaciones deben hacerse cargo de ello.

La diseminación desordenada y cuasi oculta al medio ambiente de los cultivos transgénicos se tradujo –y no podía ser de otra forma– en una resistencia hostil. La quema de sembradíos, la oposición al ingreso de buques que transportaban semillas transgénicas y la resistencia al consumo de productos que contengan transgénicos constituyen claros ejemplos de las consecuencias que trae la carencia de un debate social.

Tal como se destacara en el Seminario sobre Percepción Social de la Biotecnología, convocado por la Fundación Víctor Grifols i Lucas, “es imprescindible que las autoridades competentes diseñen mecanismos necesarios para facilitar la recepción y toma en consideración de las posturas de los grupos de ciudadanos an-

tes de adoptar decisiones legales o ejecutivas en torno a las actividades relacionadas con la biotecnología, porque para tomar decisiones consensuadas es necesario que la información no circule en un solo sentido”.²³

Más allá y al margen de los dictámenes de expertos sobre la absoluta inocuidad de los cultivos transgénicos, cabe compartir con Habermas “que la fuerza liberadora de la reflexión no puede ser sustituida por la difusión del saber técnicamente utilizable”.²⁴

Es indudable que sin una información previa, acorde con la complejidad de los temas planteados, el debate social puede verse frustrado. Compete al Estado y a las instituciones de cultura superior –primordialmente a las universidades– ilustrar a la ciudadanía sobre la naturaleza y entidad de los problemas que se discuten.

Para identificar y medir la comprensión de la población con relación a la ciencia y a la tecnología se acuñó el término “alfabetización científica”. Miller lo complementó, agregándole “cívica”. La “alfabetización científica cívica” –lo recuerda Carullo– implica tres dimensiones relaciona-

das: un vocabulario básico de términos y conceptos científicos, suficiente para leer opiniones divergentes en los periódicos, una comprensión del proceso de investigación científica y una comprensión de las repercusiones de la ciencia y la técnica en los individuos y en la sociedad.²⁵

Este proceso de definición del conocimiento es prioritario a fin de que grandes masas de la población no se vean marginadas de la discusión de temas socialmente relevantes. No obstante ello, cabe recordar que un mejor conocimiento por parte de la ciudadanía no impone una aceptación de la biotecnología y sus aplicaciones. El conocimiento constituye simplemente una herramienta para un debate racional.

De todas formas, es preciso diferenciar con claridad ambos momentos: el de la información y el del debate, para que la sociedad civil pueda asumir el rol protagónico fundamental que le cabe en el debate sobre la agricultura transgénica.

El tema de los cultivos y alimentos transgénicos ocupa a diario importantes espacios en los periódicos, es motivo de reuniones, congresos y conferencias, lo

²³ Fundación Víctor Grifols i Lucas, *Percepción social de la biotecnología*, Barcelona, 2001, p. 36.

²⁴ J. Habermas, *op. cit.*, p. 129.

²⁵ J. C. Carullo, *La percepción pública de la ciencia: el caso de la biotecnología*, Tokio, Editorial Universidad de las Naciones Unidas, 2002, p. 9.

que podría generar la impresión de que existe un debate social que orienta las decisiones públicas. Sin embargo, esto no se compadece con la realidad.

Emilio Muñoz –uno de los estudiosos que más ha profundizado el estudio sobre el tema– denuncia la existencia de una ambigüedad muy marcada en los argumentos que se utilizan tanto para quienes proponen estas aplicaciones como para sus críticos. Esta ambigüedad, calculada

o no, conduce a una ambivalencia en los argumentos y soportes en que se sustenta.²⁶ En definitiva, el diálogo enriquecedor se sustituye por un cruce de argumentos interesados de escaso o nulo sustento, que lejos de contribuir a la búsqueda de la verdad, la oscurece.

Se impone en consecuencia reconstruir un diálogo social que permita elaborar soluciones que apunten a la tutela del interés general. □

²⁶ E. Muñoz, “Acción y reacción en la percepción pública de la biotecnología”, en SEB, *Libro Verde de la Biotecnología en Agricultura*, p. 113.

Cultivos transgénicos en Argentina: mitos y realidades

Miguel Cantamutto y Mónica Poverene *

La producción creciente de cultivos transgénicos en la Argentina es observada con preocupación por la población debido a que aparecen cada vez más voces planteando dudas y amenazas acerca de las consecuencias del uso de esta tecnología, que incluso se atribuye a oscuras manipulaciones políticas. ¿Tienen fundamento esos conceptos? ¿A qué aspectos del uso de organismos genéticamente modificados (OGM) se debería prestar atención?

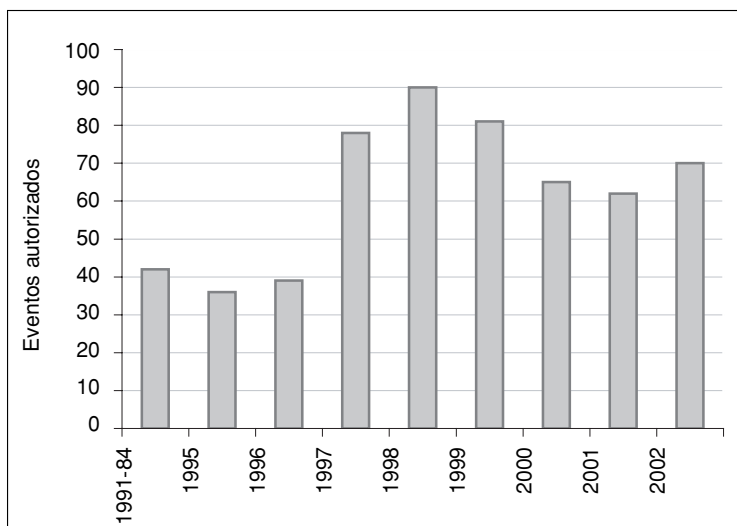
La soja entra en escena: un poco de historia

En la década del 1990 la Argentina asumió una posición claramente favorable a la adopción de biotecnología agrícola, que en poco tiempo la llevaron a ser el segundo país mundial en la producción comercial de cultivos transgénicos, luego de los Estados Unidos. Esto se dio como resultado de una serie de circunstancias políticas y económicas. En 1991 se creó la Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria (CO-

NABIA) integrada por representantes de los sectores público y privado para asistir a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (SAGPyA). Su función es asesorar al Secretario en la formulación e implementación de regulaciones para el uso de OGM. Las reglamentaciones de CONABIA están integradas al sistema regulatorio general para el sector agropecuario, no habiéndose creado leyes *ad hoc*, estando el control a cargo del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). Desde su creación ha aprobado la liberación de 563 eventos (véase figura 1). Otras acciones gubernamentales que favorecieron el desarrollo de la biotecnología fueron considerarla área prioritaria de investigación y desarrollo (I+D) para la asignación de fondos competitivos a través de proyectos de investigación en universidades, en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), en los institutos del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) o en entes provinciales, y la aprobación de progra-

* Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur. E-mail: mac@criba.edu.ar

Figura 1. Liberación de OGM en la Argentina, autorizada por CONABIA



mas nacionales y convenios de vinculación tecnológica con el sector privado. Por su parte, el sector privado apostó al desarrollo tecnológico en biotecnología, si bien aplicando en su mayor parte la investigación que se realiza fuera del país. El interés prioritario de las empresas privadas se dirige hacia la obtención de productos de alto valor económico, los cultivos más importantes (soja, maíz, trigo, girasol) y se centra en caracteres que aumenten la producción principalmente eliminando restricciones productivas (tolerancia a herbicidas, resistencia a insectos y enfermedades) y en la calidad del producto industrial (aceites y proteínas). No es esperable que las empresas privadas realicen una

gran inversión en I+D para encarar intereses locales, como el desarrollo de cultivos menores, los problemas sanitarios de alcance restringido o la conservación de la biodiversidad. La I+D en biotecnología para encarar esos problemas debería realizarse en entidades públicas, si bien otros países han encontrado formas de fomentar la participación de empresas privadas, principalmente a través de beneficios impositivos.

En 1996 CONABIA autorizó el primer cultivo comercial de un OGM, una variedad de soja tolerante al herbicida glifosato. Actualmente, los cultivos transgénicos con destino a la alimentación ocupan una superficie de 13,7 millones de hectárea, sobre un total de casi 25 millones de hec-

táreas cultivadas. El principal OGM cultivado es la soja, seguido por el maíz. Actualmente hay una campaña de desprestigio de la soja transgénica, dirigida a mostrarla como un cultivo nocivo para la salud y el ambiente, que fue impuesto por la fuerza en nuestro país. Conviene entonces reseñar algunas circunstancias que llevaron a la actual situación en cuanto a este cultivo.

Las acciones estatales y privadas realizadas para propiciar el cultivo de la soja datan de la década del 1970, veinte años antes del advenimiento de los cultivos transgénicos. Entonces comenzó un firme crecimiento en superficie e importancia, que fue acompañado por una excelente información agroclimática generada por la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires y propiciado por un marco agroeconómico muy favorable. El cultivo superó las limitantes que tenía el maíz, como era el control de malezas gramíneas y la siembra en lotes sometidos a erosión hídrica. La demanda del complejo aceitero y el crecimiento de la avicultura tonificaron su mercado asegurando rentabilidad a los productores. Asimismo, la soja hizo realidad el anhelo de los productores argentinos que desde varias décadas atrás buscaban infructuosamente realizar en la misma estación otro cultivo luego del trigo, modalidad denominada

“siembra de segunda”. La alta rentabilidad obtenida con el cultivo de soja de segunda trajo nuevamente el trigo, que había sido desplazado por el maíz, al corazón de la región pampeana. La necesidad de sembrar lo más temprano posible la soja impulsó el desarrollo de la siembra directa, que permite anticiparla respecto de la preparación tradicional del suelo y ganar así 25-30 kg/ha por cada día de adelanto. En la Argentina, la siembra directa alcanzó el nivel de difusión actual debido a que la soja transgénica, resistente al herbicida total glifosato, resolvió el dilema de controlar malezas en suelos con cobertura vegetal muerta, bajo la cual resulta difícil acceder con otro tipo de herbicidas selectivos. La adopción de soja transgénica aumentó alrededor del 80% los beneficios para los productores y el 15% para los proveedores, lo que significó más de 5.000 millones de dólares adicionales ingresados en el país en el quinquenio 1997-2001. Sin embargo, este récord de siembra no hubiera existido sin un firme mercado de harinas proteicas, que quedan luego de extraer el aceite y corresponden al 20% de la mollienda de soja. Los países industriales utilizan estos suplementos proteicos para alimentación animal. En el caso de la Unión Europea (UE), que es nuestro principal mercado de soja, no ofrece repa-

ros al uso de estas proteínas vegetales provenientes de variedades transgénicas. Actualmente, la UE produce la mitad del volumen anual de consumo, lo que determina su necesidad de importar otro tanto, siendo Argentina su principal proveedor. El crecimiento de la producción argentina de soja, que fue del 25% anual a partir de la adopción de la soja transgénica, ocurrió con un aumento del área en la región pampeana y en provincias extra pampeanas, incorporando extensas superficies en Chaco, Salta, Santiago del Estero y La Pampa, lo que por competencia del recurso suelo originó una fuerte caída de la producción de girasol y en menor medida, de maíz. También parte de este crecimiento se realizó a expensas del desmonte en esas provincias. Sin embargo, considerando la situación desde una visión continental, el crecimiento operado no puede adjudicarse únicamente a las ventajas de manejo que brinda el uso de transgénicos. Nuestro vecino Brasil, que está a punto de alcanzar una producción de soja equivalente a la de los Estados Unidos, a pesar de su declarada posición contraria al uso de OGM, ha tenido un crecimiento en su producción del 24,2%, logrado por un fuerte incremento del área cultivada operado por desmonte de la selva de los estados del oeste. Las consecuencias del desmonte

irracional y de las obras de habilitación de nuevas áreas de cultivo sin planificación se hacen notorias en los procesos de colmatación del Paraná, que aumenta los costos para mantener un calado competitivo de la hidrovía, o en el comportamiento sin precedentes del Salado, que causó este año la devastadora inundación de la ciudad de Santa Fe. El uso irracional del suelo puede ocasionar pérdidas al patrimonio de la humanidad que son aún más peligrosas, como la pérdida de la biodiversidad y de las posibilidades de sostener la producción en el tiempo.

Biodiversidad: un tesoro ambiental

La biodiversidad comprende la abundancia de especies vivientes de un hábitat, así como la variación genética presente en cada una de ellas, y es considerado por biólogos, ecólogos y agrónomos un patrimonio a conservar. El sostenimiento de las actividades humanas depende de la biodiversidad. La provisión de alimentos, los recursos genéticos para el mejoramiento de los cultivos y la obtención de sustancias con actividad farmacológica están ligadas a ella. Los controladores naturales de las plagas se refugian en sectores linderos a los alambrados o nuevos cultivos se

desarrollan con fines alimenticios o medicinales a partir de especies antes consideradas improductivas. La pérdida de biodiversidad afectaría no solamente esas actividades, sino el equilibrio ecológico y el cambio climático global. La agricultura es la actividad que mayor efecto tiene sobre la biodiversidad y el uso de cultivos transgénicos es señalado como una de las causas de su reducción, aunque rara vez se enfoca correctamente el problema. Una forma de reducción consiste en la gradual pérdida de identidad genética de variedades vegetales localmente adaptadas, llamadas "landraces", por cruzamiento y transferencia de polen de variedades exóticas cultivadas masivamente. Las variedades locales son reservorio de una gran diversidad genética y deberían preservarse del contacto con los cultivos, cuya base genética suele ser mucho más estrecha. Para ello existen los bancos de germoplasma, colecciones mantenidas en pie o en forma de semilla.

La responsabilidad primaria de los gobiernos nacionales para preservar la biodiversidad natural del territorio debió haberse plasmado en políticas activas y en asignación de recursos, pero ello no ha sido así en nuestra historia reciente. La defensa del patrimonio en recursos naturales renovables depende de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustenta-

ble, creada en la década de 1990 (www.medioambiente.gov.ar). Este organismo lideró la elaboración del Plan Nacional de Lucha contra la Desertificación, en el marco de la Agenda 21 de la Convención de las Naciones Unidas contra la Desertificación y la Sequía. Sin embargo, ante la falta de un continuo apoyo nacional, poco puede rescatarse de su accionar. En diciembre de 2002 aprobó la Estrategia Nacional de Biodiversidad, en el marco del Convenio sobre Diversidad Biológica para la Planificación Biorregional y del uso de la Tierra. Ésta contempla todos los aspectos que deberían asegurarse para la preservación de la biodiversidad y la calidad de vida de los habitantes de nuestro territorio, incluyendo su acceso a sistemas de salud, educación, cultura y trabajo. Actualmente esta secretaría ha sido una de las últimas en regularizar su titularidad, habiendo padecido anteriormente períodos de vacancia, lo que demuestra el papel secundario que se le atribuye en los gobiernos nacionales. Por su parte, tanto el Plan Plurianual de Ciencia y Tecnología 1999-2001 como el Proyecto de Plan Nacional para el 2004 —que se encuentra en la etapa de discusión— de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (www.secyt.gov.ar) contemplan la preservación de la biodiversidad como componente priorizado para

financiar proyectos de investigación a través de la Agencia Nacional de Promoción de Ciencia y Tecnología (ANPCYT). Al menos el 10% de los proyectos de ciencias biológicas o agronomía aprobados entre 1999 y 2001 se refieren a estos temas. En el caso de los bancos de germoplasma, el INTA ha contribuido a su mantenimiento más por la firme convicción de sus responsables que por la asignación presupuestaria. Las sucesivas dificultades de funcionamiento postergaron el mantenimiento de equipos y colecciones, hecho que hoy se está revirtiendo gracias a la mejor situación del organismo. El foco ha estado en aquellas especies que tienen un interés comercial actual. Otros bancos de germoplasma impulsados por gobiernos provinciales son de reciente creación o han tenido poco impacto en la divulgación de sus actividades. En el Cuadro 1 aparecen los bancos de germoplasma argentinos que pueden considerarse activos. No se registran bancos para tomate y pimiento, a pesar de que las Estaciones Experimentales de INTA de La Consulta (Mendoza) y Catamarca mantienen algunas colecciones de variedades locales.

Los agricultores argentinos son esencialmente empresarios que persiguen rentabilidad económica. Bajo ciertas situaciones coyunturales de mercado puede ocurrir que reiteren la siembra de

unas pocas variedades de una especie, cayendo en el monocultivo. Esta situación llevada a gran escala no solamente pone en riesgo la supervivencia de variedades locales, sino que propicia el desplazamiento de otras especies que podrían integrar la rotación de cultivos, una práctica indispensable para la conservación de los suelos. La alta rentabilidad del cultivo de soja en los últimos años, determinada por la facilidad de manejo y el menor costo de la semilla llevaron a su monocultivo en extensas áreas.

Monocultivo

El monocultivo de soja afecta la fertilidad y la estructura del suelo. La fijación simbiótica de nitrógeno que realiza el cultivo sólo permite captar del aire apenas un 60% del requerido para mantener la fertilidad. También ha demostrado mayor capacidad que el trigo o el maíz para extraer el fósforo disponible. Asimismo, disminuye la materia orgánica del suelo, que puede ser recuperada rotando con cultivos que dejan un gran volumen de rastrojo, como el maíz o el sorgo. El efecto benéfico del maíz en los ciclos agrícolas ya había sido señalado por la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agraria (AACREA) a inicios de la década de 1980, cuando se

Cuadro 1. Bancos de germoplasma en Argentina

ESPECIE	LOCALIZACIÓN DE LA RESERVA DE GERMOPLASMA
Con centro de origen en el país	
Maní	IBONNE, Universidad Nacional del Nordeste (Corrientes) y EEA Manfredi, INTA (Córdoba). Los materiales fueron colectados por el primero y se encuentran actualmente depositados en custodia en la segunda, en la zona de producción del cultivo.
Yerba mate	EEA Cerro Azul, INTA (Misiones). Se mantienen distintas especies del género <i>Ilex</i> con posibles usos similares a <i>I. paraguayensis</i> .
Nativas potencialmente ornamentales	CNIA Castelar, INTA (Buenos Aires) en convenio con la agencia japonesa JICA, para desarrollar nuevos ornamentales.
Con centro de origen en Centro y Sudamérica	
Maíz	EEA Pergamino, INTA, sede del programa de mejoramiento del INTA e Instituto Fitotécnico Santa Catalina (ambos en provincia de Buenos Aires).
Poroto	EEA Los Cerrillos, INTA (Salta) y Facultad de Agronomía UBA (Buenos Aires).
Amaranto	EEA Anguil, INTA (La Pampa). El programa de mejoramiento se encuentra desactivado.
Papa	EEA Balcarce, INTA, Universidad Nacional de Mar del Plata (Buenos Aires).
Mandioca	IBONNE, Universidad Nacional Nordeste (Corrientes). Mantiene germoplasma mediante cultivo de tejidos.
Con centro de origen en Norteamérica	
Algodón	EEA Roque Sáenz Peña, INTA (Chaco). Es sede del programa nacional de mejoramiento de algodón.
Girasol	EEA Manfredi, INTA (Córdoba). Revitalizado gracias al apoyo de la Asociación Argentina de Girasol (ASAGIR).

Referencias: EEA: Estación Experimental Agropecuaria; IBONNE: Instituto de Botánica del Nordeste; CNIA: Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias; JICA: Agencia de Cooperación Internacional para la Agricultura del Japón.

comenzó a hablar técnicamente de agricultura permanente. Recientemente se ha creado la asociación MAIZAR, destinada a promover su cultivo, y el Secretario de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos realizó gestiones ante el Banco de la Nación para desarrollar líneas de crédito para la siembra, con tasas preferenciales para sistemas conservacionistas que incluyan el maíz. La liberación de maíces GM con resistencia a insectos ha posibilitado que este cultivo también pueda ser sembrado de segunda, evitando el daño de una de sus mayores plagas, el barrenador del tallo, cuyo ataque aumenta en la medida que avanza la estación de crecimiento. Esta tecnología permitiría la recuperación de la participación del maíz en la rotación de los suelos. Debe notarse que ni los efectos adversos de la soja ni los benéficos del maíz sobre el suelo están relacionados con su condición de OGM.

Escape de transgenes

La utilización de cultivos transgénicos conlleva la posibilidad de escape de transgenes al ambiente, la cual podría considerarse como un riesgo o peligro potencial para los ecosistemas. Se han obtenido plantas transgénicas en más de 20 familias botánicas diferentes, incluyendo cereales,

oleaginosas, forrajeras, horticolas, frutales, forestales y ornamentales. Todas ellas incluyen especies silvestres, que a menudo son fuente de caracteres útiles para el mejoramiento genético, como resistencia a enfermedades, a herbicidas o a sequía. Un buen ejemplo es el girasol, donde entre la especie domesticada y algunas especies silvestres existe similitud genética que permite transferir esos caracteres mediante cruzamientos y selección. Los cruzamientos ocurren naturalmente en regiones donde conviven las especies domesticadas y sus parientes silvestres, de modo que un transgen podría ser transferido desde un cultivo genéticamente modificado hacia poblaciones silvestres. Los transgenes que confieren tolerancia a herbicidas, resistencia a insectos o a patógenos podrían determinar una mayor supervivencia, aumento del número o tamaño de las poblaciones de plantas silvestres. La dificultad que implicaría el control de esas poblaciones ha originado el fantástico término "supermaleza", como una forma de describir una hipotética planta silvestre con una capacidad exacerbada de invasión. Sin embargo, no hay casos documentados de este fenómeno. En este sentido, el caso más investigado ha sido el de colza transgénica en el hemisferio norte, donde convive con varias es-

pecies silvestres emparentadas. En nuestro país, donde existen asimismo varias especies de maizas que podrían cruzarse con la colza, el cultivo de variedades GM no fue autorizado por CONABIA. Hasta el momento son muy escasos los estudios a nivel mundial dirigidos a evaluar los riesgos de escape génico en situaciones reales, pero en ellos se señala que no es posible generalizar las conclusiones, ya que dependen del tipo de transgen, de la población vegetal receptora y de las condiciones ambientales en las que se desarrolla.

Bt y el control de insectos plaga

La tecnología Bt se basa en el control de insectos plaga de los cultivos mediante toxinas biológicas producidas por la bacteria *Bacillus thuringiensis*, que son altamente selectivas causando la muerte a ciertos tipos de insectos. Estas toxinas no causan daño a otras especies animales, incluido el hombre. Su alta especificidad y su origen biológico han hecho de las toxinas Bt los únicos insecticidas orgánicos ampliamente aceptados. Desde hace dos décadas se prepara el insecticida en forma de una solución conteniendo las bacterias, que se pulveriza sobre los cultivos. La ingeniería genética permi-

tió aislar el gen bacteriano responsable de la toxina e insertarlo en células vegetales, generando cultivos transgénicos resistentes a insectos. El uso masivo de cultivos Bt podría determinar una rápida evolución de resistencia a las toxinas Bt en los insectos plaga, con pérdida progresiva de la efectividad de esa tecnología como protección para los cultivos. Por otra parte, las toxinas Bt son altamente específicas para determinados tipos de insectos herbívoros y la disminución de uno de ellos puede alterar las relaciones de competencia con los demás. Las relaciones ecológicas entre insectos suelen implicar un delicado equilibrio demográfico cuyo colapso contribuya a mayores niveles de infestación y daño. Basada en genética de poblaciones, se ha desarrollado la técnica del "cultivo refugio", que consiste en sembrar una franja de variedad no transgénica junto al cultivo Bt, que permite mantener en frecuencias aceptablemente bajas los insectos genéticamente resistentes a las toxinas. La resistencia natural aparece espontáneamente por mutación o cambio genético, en forma independiente de las condiciones donde el individuo vive, pero solamente se expresa en el medio adecuado, esto es, bajo condiciones donde esa resistencia resulte de utilidad. La resistencia genética a toxinas Bt no ha surgido co-

mo consecuencia del uso de cultivos transgénicos, sino que se expresa en los insectos que se alimentan de ellos, pero igualmente se expresará en cultivos tradicionales pulverizados con insecticidas Bt. La diferencia consiste en que estos últimos presentan la condición selectiva en períodos relativamente cortos, posteriores a la aplicación del insecticida, mientras que un cultivo transgénico la presenta durante todo su ciclo, ejerciendo una presión de selección mucho más intensa sobre la población de insectos, determinando que solamente sobrevivan los que son genéticamente resistentes. Un factor a considerar es la rápida adopción de esta tecnología desde su introducción en la Argentina, en la campaña 1998-1999, que actualmente comprende el 40% de la superficie sembrada con maíz. La necesidad de establecer cultivos refugio cuando se siembran variedades Bt forma parte de la estrategia de venta de las empresas semilleras, que comprometen al productor para ello. Algo similar se realiza con el algodón Bt.

Otros argumentos en contra de la biotecnología Bt no parecen tener un fundamento científico. El envenenamiento de mariposas monarca, la transferencia de toxinas Bt entre insectos y la supuesta toxicidad para animales y humanos no están

respaldados por un cuerpo experimental. La mayor parte de los documentos publicados, asimismo en Internet, son puramente especulativos y no remiten a publicaciones científicas.

¿Alien o Ghandi?

El arte y la cultura se desarrollaron a partir de la práctica de la agricultura. Los hombres primitivos pudieron comenzar a pensar en música, teatro y otras artes sólo luego de haber superado las dificultades que planteaba la provisión de alimentos en la forma nómada de vida. Ello fue posible cuando descubrieron el manejo de los recursos naturales, incluyendo el uso del fuego y la domesticación de especies para alimento. Los precursores de nuestra civilización iniciaron hace más de 7 mil años el camino de crear nuevas formas vegetales y animales que facilitarían la alimentación y el confort. América se descubrió por el deseo de obtener un mejor acceso a condimentos y este hecho permitió que el mundo occidental dispusiera de nuevos alimentos como el maíz, la papa y el tomate. Desde entonces, los avances de la ciencia y de la técnica han posibilitado una fuerte mejora de la cantidad y calidad de los alimentos, logrando que territorios con alta densidad poblacional, como

China, superaran los riesgos de hambruna. Fertilizantes, agroquímicos y mejora genética fueron los componentes de esa transformación a partir de la década de 1960, que se conoce como “revolución verde”. Actualmente estamos transitando una nueva etapa de transformación, basada en biotecnología molecular, cuyos primeros frutos son los cultivos transgénicos. Los avances de la tecnología apoyados en el desa-

rrollo científico no pueden ser tomados con miedo, sino con una actitud responsable y profundamente analítica. Hay quienes insisten en ver los resultados de la biotecnología agrícola como un episodio de la serie cinematográfica *Allien*. Nosotros preferimos verlos como *Gandhi*, que mostró una realidad histórica acerca del hambre, la supervivencia y la condición humana. *Allien* no es más que ciencia ficción. □

Colaboraciones

1. Los autores deben enviar las colaboraciones –artículos o reseñas de libros– por correo electrónico a redes@unq.edu.ar. Puede enviarse, además, la versión impresa a la siguiente dirección postal:

REDES, *Revista de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología*
Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología
Av. Rivadavia 2358, piso 6to. dpto. 6.
C.P. C1034ACP Ciudad de Buenos Aires, Argentina.

2. Las colaboraciones deben ser inéditas.
3. Los artículos centrales no deben exceder las 10.000 palabras. Las reseñas bibliográficas no deberán exceder las 3000 palabras.
4. 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 claves.
5. 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.
6. 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.
7. Los datos personales del autor, pertenencia institucional, áreas de trabajo y domicilio para correspondencia se consignarán al final del trabajo.
8. Las citas a pie de página se enumerarán correlativamente.
9. 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.: (Carnap 1962, pp. 130 -135).
10. La forma de citar la bibliografía utilizada es la siguiente:
 - a. Libros: a) apellido e inicial o iniciales del nombre del autor; b) año de edición entre paréntesis; c) título de la obra en bastardilla; d) volumen, tomo, etc.; e) lugar de publicación; f) editorial.
Ejemplo: Balzer, W., Moulines, C. U. y Sneed, J. (1987), *An Architectonic for Science. The Structuralist Program*, Dordrecht: Reidel.
 - b. Artículos en revistas: a) apellido e inicial o iniciales del nombre del autor; b) año de edición entre paréntesis; c) título del artículo entre comillas; d) título de la revista en bastardilla; e) volumen, tomo, etc.; f) páginas.
Ejemplo: Balzer, W. y Dawe, C. M. (1986), "Structure and Comparison of Genetic Theories I & II", *British Journal for the Philosophy of Science* 37, 55-69, 177-191.
 - c. Artículos en libros: a) apellido e inicial o iniciales del nombre del autor; b) año de edición entre paréntesis; c) título del artículo entre comillas; d) nombre del editor del libro en el cuál el artículo aparece; e) año de edición del libro entre paréntesis; f) páginas. El libro del cual el artículo forma parte debe ser incluido en la bibliografía como se indica en a).
Ejemplo: Imbrie, J. (1957), "The species problem with fossil animals", en Mayr (1957), pp. 125 – 153.
11. 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 (dos números) a *REDES. Revista de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología*.

Nombre y apellido
Institución
Dirección Casilla de Correo
Ciudad Código Postal
Provincia País
Correo electrónico Teléfono
Número de tarjeta Visa Argencard
Fecha de vencimiento Importe
Firma

Costo de la suscripción anual (dos números): Argentina: \$ 30. Exterior: U\$S 18 (gastos de envío incluidos).

Para las suscripciones nacionales se puede enviar cheque o giro postal a nombre de la Universidad Nacional de Quilmes. Envíe el pedido de suscripción a Revista *REDES*. Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología. Universidad Nacional de Quilmes. Avda. Rivadavia 2358, 6° piso, depto. 6 (C1034ACP) Ciudad de Buenos Aires, Argentina. Las solicitudes de suscripción por tarjeta de crédito pueden enviarse por fax al (54 11) 4953 0961 / 4951 2431. En todos los casos enviar la solicitud original por correo postal. E-mail: iec@unq.edu.ar

Suscripción anual REDES

Por la presente solicito la suscripción anual (dos números) a *REDES. Revista de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología*.

Nombre y apellido
Institución
Dirección Casilla de Correo
Ciudad Código Postal
Provincia País
Correo electrónico Teléfono
Número de tarjeta Visa Argencard
Fecha de vencimiento Importe
Firma

Costo de la suscripción anual (dos números): Argentina: \$ 30. Exterior: U\$S 18 (gastos de envío incluidos).

Para las suscripciones nacionales se puede enviar cheque o giro postal a nombre de la Universidad Nacional de Quilmes. Envíe el pedido de suscripción a Revista *REDES*. Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología. Universidad Nacional de Quilmes. Avda. Rivadavia 2358, 6° piso, depto. 6 (C1034ACP) Ciudad de Buenos Aires, Argentina. Las solicitudes de suscripción por tarjeta de crédito pueden enviarse por fax al (54 11) 4953 0961 / 4951 2431. En todos los casos enviar la solicitud original por correo postal. E-mail: iec@unq.edu.ar